



TUGAS AKHIR - SS 141501

**PEMODELAN KASUS PNEUMONIA BALITA DI  
KOTA SURABAYA DENGAN *GEOGRAPHICALLY  
WEIGHTED POISSON REGRESSION* DAN  
*FLEXIBLY SHAPED SPATIAL SCAN STATISTIC***

**FITRIA NUR MAGHFIROH  
NRP 1313 105 028**

**Dosen Pembimbing  
Dr. I Nyoman Latra, MS**

**Co. Pembimbing  
Dr. Purhadi M.Sc**

**Program Studi S1 Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - SS 141501

**MODELING THE CASE OF PNEUMONIA  
CHILDREN IN THE CITY SURABAYA WITH  
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON  
REGRESSION AND FLEXIBLY SHAPED SPATIAL  
SCAN STATISTIC**

**FITRIA NUR MAGHFIROH  
NRP 1313 105 028**

**Supervisor  
Dr. I Nyoman Latra, MS**

**Co. Supervisor  
Dr. Purhadi M.Sc**

**Undergraduate Programme of Statistics  
Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PEMODELAN KASUS PNEUMONIA BALITA DI KOTA SURABAYA DENGAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION* DAN *FLEXIBLY SHAPED SPATIAL SCAN STATISTIC*

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**FITRIA NUR MAGHFIROH**

NRP. 1313 105 028


Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. I Nyoman Latra, MS

NIP. 19511130 197901 1 001

Dr. Purnadi, M.Sc

NIP. 19620204 198701 1 001



Mengetahui  
Ketua Jurusan Statistika FMIPA - ITS

Dr. Muhammad Mashuri, MT

NIP. 19620408 198701 1 001

JURUSAN  
STATISTIKA  
SURABAYA, JULI 2015

# **PEMODELAN KASUS PNEUMONIA BALITA DI KOTA SURABAYA DENGAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION* DAN *FLEXIBLY SHAPED SPATIAL SCAN STATISTIC***

<b>Nama Mahasiswa</b>	<b>: Fitria Nur Maghfiroh</b>
<b>NRP</b>	<b>: 1313 105 028</b>
<b>Jurusan</b>	<b>: Statistika FMIPA-ITS</b>
<b>Dosen Pembimbing</b>	<b>: Dr. I Nyoman Latra, MS</b>
<b>Co. Pembimbing</b>	<b>: Dr. Purhadi, M. Sc</b>

## **Abstrak**

Salah satu penyakit menular yang menjadi ancaman bagi balita adalah pneumonia. Kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tinggi adalah Kota Surabaya. Untuk menanggulangi kasus pneumonia balita, maka perlu mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya serta perlu mendeteksi keberadaan kantong-kantong kasus pneumonia balita. Dalam penelitian dilakukan pemodelan jumlah kasus pneumonia balita dengan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) dan mendeteksi kecamatan mana saja yang menjadi kantong kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*. Hasil pemodelan GWPR diperoleh bahwa dari variabel persentase balita gizi buruk, balita mendapat vitamin A dua kali, cakupan pelayanan, kepadatan penduduk, PHBS, rumah sehat dan rumah tangga miskin menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan berbeda-beda, berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh didapatkan 11 kelompok. Untuk Hasil deteksi kantong pneumonia balita menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* didapatkan empat kantong yang menunjukkan bahwa kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko tinggi ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita dibandingkan di luar kantong, diantaranya kantong 1 terdiri atas Kecamatan Benowo yang memiliki nilai resiko sebesar 2,32. Kantong 2 terdiri atas Kecamatan Tenggilis Mejoyo yang memiliki nilai resiko sebesar 1,80. Sedangkan kantong 3 terdiri atas Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan yang memiliki nilai resiko sebesar 1,74 dan kantong 4 terdiri atas Kecamatan Gayungan yang memiliki resiko sebesar 1,73.

**Kata kunci : *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*, GWPR, Pneumonia Balita**





# MODELING THE CASE OF PNEUMONIA CHILDREN IN THE CITY SURABAYA WITH GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION AND FLEXIBLY SHAPED SPATIAL SCAN STATISTIC

Name of Student	: Fitria Nur Maghfiroh
NRP	: 1313 105 028
Department	: Statistics FMIPA-ITS
Supervisor	: Dr. I Nyoman Latra, MS
Co. Supervisor	: Dr. Purhadi, M. Sc

## Abstract

*One of diseases be a threat to children is pneumonia. One of districts with high infant pneumonia cases is city of Surabaya. To overcome pneumonia cases, it is necessary to know the factors that influence it and need to detect the presence of hotspots pneumonia cases. In a study conducted modeling number of cases of pneumonia with Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) and detect any districts where there is a case of pneumonia in the city of Surabaya with Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic modeling results showed that the variables that affect the number of pneumonia cases in each district is different, based on the similarity of the influential variables in each district obtained the grouping as many as 11 groups. Hotspot detection using Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic obtained four hotspots that show that district located in the hotspot has a relatively high risk of finding the number of pneumonia cases than outside hotspot, hotspot 1 consists of Benowo which has a relative risk of 2,32. Hotspot 2 consists of Tenggilis Mejoyo which has a relative risk of 1,80. While hotspot 3 consists of Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari and Sawahan which has a relative risk of 1,74 and a hotspot 4 consists of Gayungan have a relative risk of 1,73.*

**Keywords : Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic, GWPR, Pneumonia Children**



## KATA PENGANTAR

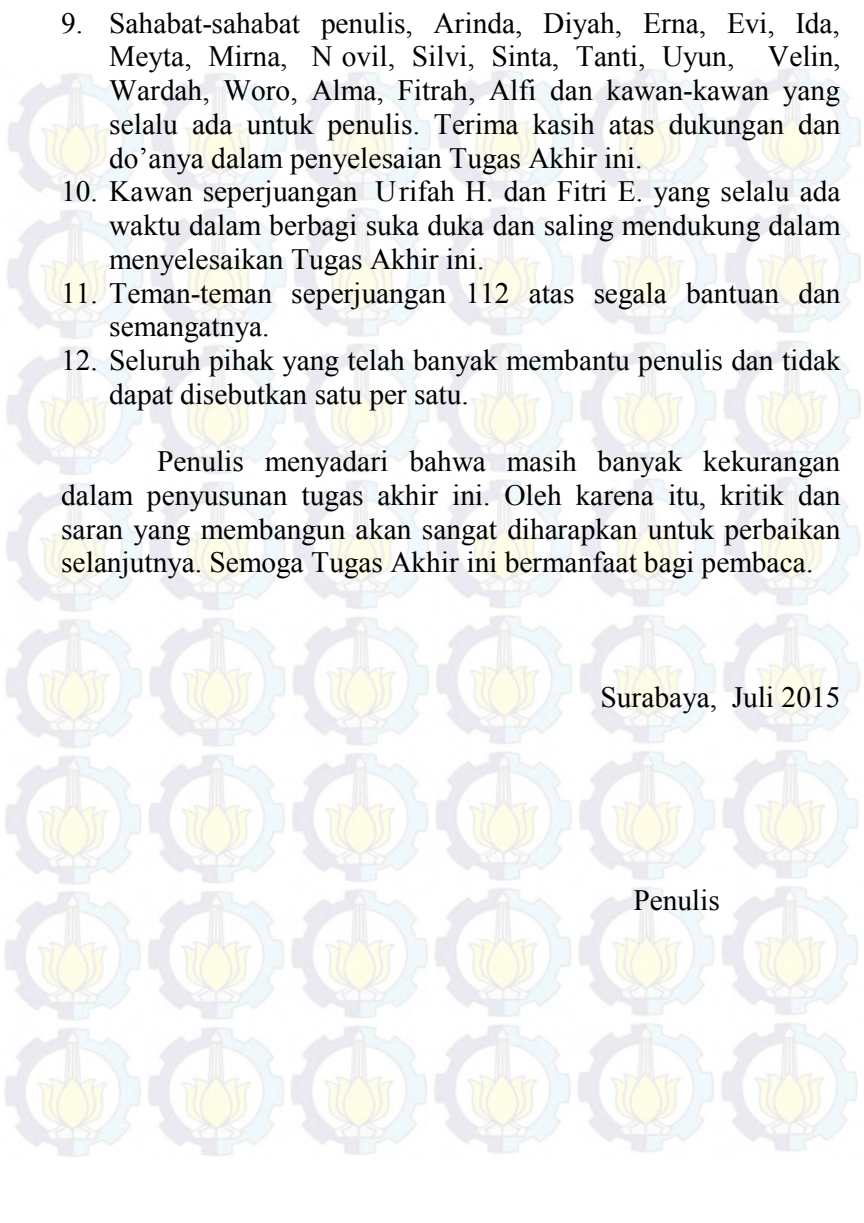
Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan kekuatanNya serta shalawat dan salam selalu tercurah pada Nabi Muhammad SAW atas suri tauladannya dalam kehidupan ini sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul

### **“Pemodelan Kasus Pneumonia Balita di Kota Surabaya dengan *Geographically Weighted Poisson Regression* dan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*”**

Terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua Orang Tua dan saudara-saudara tercinta yang selalu mendukung serta selalu mendo'akan untuk keberhasilan Penulis.
2. Bapak Dr. I Nyoman Latra, MS dan Dr. Purhadi, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu, bimbingan, dan arahnya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Mutiah Salamah M.Kes dan Ibu Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si selaku dosen penguji atas saran dan kritiknya demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS.
5. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT selaku Ketua Program Studi Sarjana Jurusan Statistika FMIPA-ITS.
6. Ibu Dr. Dra. Kartika Fitriasari, M. Si selaku dosen wali.
7. Segenap dosen pengajar dan para staff Jurusan Statistika FMIPA-ITS yang memberikan bekal ilmu dan memfasilitasi selama masa perkuliahan.
8. Pihak Dinas Kesehatan Kota Surabaya yang senantiasa memberikan kemudahan dalam proses permintaan data.



- 
9. Sahabat-sahabat penulis, Arinda, Diyah, Erna, Evi, Ida, Meyta, Mirna, N ovil, Silvi, Sinta, Tanti, Uyun, Velin, Wardah, Woro, Alma, Fitrah, Alfi dan kawan-kawan yang selalu ada untuk penulis. Terima kasih atas dukungan dan do'anya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
  10. Kawan seperjuangan Urifah H. dan Fitri E. yang selalu ada waktu dalam berbagi suka duka dan saling mendukung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
  11. Teman-teman seperjuangan 112 atas segala bantuan dan semangatnya.
  12. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistik Deskriptif.....	7
2.2 Regresi Poisson.....	7
2.2.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson.....	8
2.2.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson.....	11
2.2.3 <i>Overdispersion</i> Regresi Poisson.....	12
2.3 <i>Generalized Poisson Regression</i> (GPR).....	13
2.3.1 Penaksiran Parameter Model GPR.....	14
2.3.2 Pengujian Parameter Model GPR.....	16
2.4 Pengujian Aspek Data Spasial.....	16
2.4.1 Pengujian Dependensi Spasial.....	17
2.4.2 Pengujian Heterogenitas Spasial.....	18
2.5 <i>Geographically Weighted Poisson Regression</i> (GWPR).....	18
2.5.1 Penaksiran Parameter Model GWPR.....	19
2.5.2 Pengujian Parameter Model GWPR.....	21
2.5.3 Penentuan <i>Bandwith</i> dan Pembobot Optimum.....	23
2.6 Korelasi dan Multikolinearitas.....	25

2.6.1 Korelasi.....	25
2.6.2 Pengujian Parameter Model GWPR .....	26
2.7 Metode <i>Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic</i> .....	26
2.7.1 <i>Likelihood Ratio Test</i> dan Pengujian Hipotesis Monte Carlo.....	28
2.8 Pneumonia Balita dan Faktor – Faktor yang Mempengaruhi.....	30
2.9 <i>Hotspot</i> atau Kantong-Kantong .....	32
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data.....	33
3.2 Variabel Penelitian.....	34
3.3 Struktur Data.....	36
3.4 Langkah Analisis .....	37
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita di Kota Surabaya.....	41
4.1.1 Deskripsi dan Pemetaan Variabel Penelitian .....	41
4.1.2 Pemeriksaan Multikolinearitas .....	50
4.1.3 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan Regresi Poisson.....	51
4.1.4 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan GPR.....	53
4.1.5 Pengujian Aspek Data Spasial.....	55
4.1.6 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan GWPR .....	56
4.2 Pendeteksian Kantong Pneumonia Balita Menggunakan Metode <i>Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic</i> .....	62
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	65
5.2 Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	67
<b>LAMPIRAN</b> .....	71

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 4.1</b> Pemetaan Persentase Jumlah Kasus Pneumonia Balita .....	43
<b>Gambar 4.2</b> Pemetaan Persentase Balita Gizi Buruk.....	44
<b>Gambar 4.3</b> Pemetaan Persentase Suplementasi Vitamin A 2x.. ..	45
<b>Gambar 4.4</b> Pemetaan Persentase Cakupan Pelayanan Balita	46
<b>Gambar 4.5</b> Pemetaan Kepadatan Penduduk .....	47
<b>Gambar 4.6</b> Pemetaan Persentase PHBS .....	48
<b>Gambar 4.7</b> Pemetaan Persentase Rumah Sehat .....	49
<b>Gambar 4.8</b> Pemetaan Persentase Rumah Tangga Miskin .....	50
<b>Gambar 4.9</b> Pengelompokan Kecamatan di Kota Surabaya .	60
<b>Gambar 4.10</b> Peta Hasil Deteksi Kantong Pneumonia Balita...	63





## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 3.1</b> Kecamatan di Kota Surabaya .....	33
<b>Tabel 3.2</b> Variabel Penelitian .....	34
<b>Tabel 3.3</b> Struktur Data .....	36
<b>Tabel 4.1</b> Statistika Deskriptif Variabel Penelitian .....	41
<b>Tabel 4.2</b> Nilai VIF.....	51
<b>Tabel 4.3</b> Matriks Korelasi antar Variabel Prediktor.....	51
<b>Tabel 4.4</b> Estimasi Parameter Model Regresi Poisson .....	52
<b>Tabel 4.5</b> Estimasi Parameter Model GPR.....	54
<b>Tabel 4.6</b> Uji Kesamaan Model.....	57
<b>Tabel 4.7</b> Variabel yang Signifikan di Tiap Kecamatan.....	58
<b>Tabel 4.8</b> Variabel yang Signifikan di Tiap Kecamatan (Lanjutan) .....	59
<b>Tabel 4.9</b> Pengelompokkan Kecamatan Berdasarkan Kesamaan Variabel yang Signifikan .....	59
<b>Tabel 4.10</b> Estimasi Parameter Model GWPR di Kecamatan Simokerto .....	60
<b>Tabel 4.11</b> Perbandingan Nilai AIC .....	62
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Deteksi Kantong Pneumonia Balita .....	63

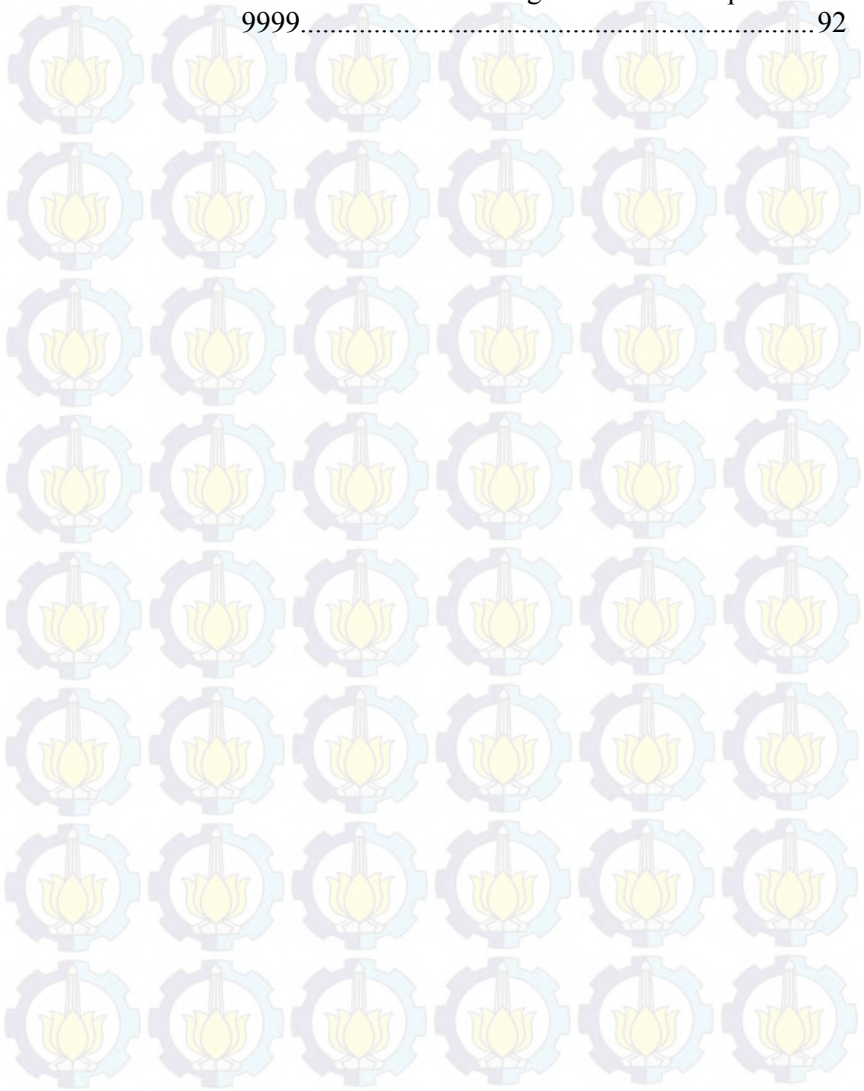


## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Data Jumlah Kasus Pneumonia Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya Tahun 2013.....	71
<b>Lampiran 2</b> Data Jumlah Kasus Pneumonia Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya Tahun 2013 (Lanjutan).....	72
<b>Lampiran 3</b> Hasil <i>Output</i> Statistika Deskriptif.....	74
<b>Lampiran 4</b> Pemeriksaan Multikolinearitas.....	74
<b>Lampiran 5</b> Hasil Analisis Regresi Poisson Menggunakan <i>GWR 4</i> .....	75
<b>Lampiran 6</b> Uji Dependensi Spasial Menggunakan <i>Software R</i> .....	76
<b>Lampiran 7</b> Hasil <i>Bandwith</i> Tiap Kecamatan di Kota Surabaya dengan Kernel <i>Adaptive Bisquare</i> .....	77
<b>Lampiran 8</b> Jarak antar Kecamatan di Kota Surabaya.....	78
<b>Lampiran 9</b> Matriks Pembobot Untuk Setiap Kecamatan di Kota Surabaya.....	79
<b>Lampiran 10</b> Hasil Pengujian Model GWPR Menggunakan <i>Software GWR 4</i> .....	80
<b>Lampiran 11</b> Estimasi Parameter Model GWPR.....	82
<b>Lampiran 12</b> Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 1) ..	83
<b>Lampiran 13</b> Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 2) ..	84
<b>Lampiran 14</b> Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 3) ..	85
<b>Lampiran 15</b> Hasil Analisis Model GPR antara $Y$ dengan $X_1$ , $X_2$ , $X_3$ , $X_4$ , $X_5$ , $X_6$ dan $X_7$ menggunakan SAS.....	86
<b>Lampiran 16</b> Syntax Program R.....	87
<b>Lampiran 17</b> Syntax Analisis Model GPR dengan SAS .....	89
<b>Lampiran 18</b> <i>Output Flexscan</i> Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 99 ...	90
<b>Lampiran 19</b> <i>Output Flexscan</i> Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 999 ..	91



**Lampiran 20** *Output Flexscan* Hasil Deteksi Kantong Kasus  
Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi  
9999.....92



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan kesehatan diarahkan untuk meningkatkan kesadaran, kemauan dan kemampuan hidup sehat bagi setiap orang agar terwujud kesehatan masyarakat yang optimal (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013). Kesehatan merupakan salah satu unsur kesejahteraan bagi masyarakat, melalui pembangunan kesehatan diharapkan dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat dalam rangka memperbaiki kualitas hidup manusia. Pembangunan kesehatan di Indonesia saat ini sedang menanggung beban ganda (*double burden*) dalam menghadapi permasalahan kesehatan, dimana salah satu beban tersebut adalah permasalahan penyakit menular masih menjadi prioritas masalah kesehatan karena jumlahnya yang masih tinggi.

Salah satu penyakit menular yang menjadi ancaman bagi balita adalah pneumonia. Pneumonia adalah proses infeksi akut yang mengenai jaringan paru-paru (alveoli). Gejala penyakit ini berupa nafas cepat dan nafas sesak, karena paru meradang secara mendadak. Batas nafas cepat adalah frekuensi pernapasan sebanyak 50 kali per menit dan 40 kali per menit atau lebih pada anak usia 1 tahun sampai kurang dari 5 tahun (Pusat Data dan Informasi Depkes RI, 2006). Penyakit ini menjadi momok dan penyebab kematian kedua pada balita setelah diare. Berdasarkan laporan Profil Kesehatan Jawa Timur bahwa jumlah kasus pneumonia balita tahun 2012 sebanyak 84.392 kasus (Dinkes Jatim, 2013), sedangkan pada tahun 2013 sebanyak 97.735 kasus (Dinkes Jatim, 2014). Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kasus pneumonia balita di Jawa Timur, sehingga perlu adanya fokus perhatian pada kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tertinggi. Salah satu kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tinggi adalah Kota Surabaya. Menurut laporan Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2013 menunjukkan bahwa Kota Surabaya menduduki urutan lima

tertinggi wilayah yang memiliki kasus pneumonia balita sebesar 4.655 kasus (Dinkes Jatim, 2014).

Terkait dengan tujuan keempat MDGs yaitu menurunkan angka kematian anak dengan target menurunkan angka kematian balita hingga dua per tiga dalam kurun waktu 1990 – 2015, maka diperlukan upaya-upaya yang fokus pada penyebab kejadian dan kematian pada balita khususnya pneumonia. Beberapa penelitian sebelumnya mengenai pneumonia antara lain Rudan,et al (2008) melaporkan bahwa faktor risiko terjadinya pneumonia yang selalu ada (*definite*) meliputi gizi kurang, berat badan lahir rendah, tidak mendapatkan ASI, polusi udara dalam ruang, dan pemukiman padat. Menurut Departemen Kesehatan RI (2002), salah satu sumber media penularan penyakit pneumonia adalah kondisi fisik rumah serta lingkungan yang merupakan tempat hunian dan langsung berinteraksi dengan penghuninya. Menurut Santoso (2012) dengan pendekatan *Geographycally Weighted Regression (GWR)* diperoleh hasil bahwa faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pneumonia balita di Jawa Timur adalah pemberian vitamin A dan balita mendapat imunisasi. Menurut penelitian (Kusumawati, 2013) dengan analisis faktor diperoleh hasil bahwa pengelompokkan faktor yang mendukung terjadinya pneumonia balita adalah kebutuhan balita, sanitasi lingkungan dan pelayanan kesehatan. Menurut penelitian Tesis oleh Yuwono (2008) bahwa lantai, kondisi dinding rumah, luas ventilasi rumah, tingkat kepadatan hunian, tingkat kelembaban, penggunaan jenis bahan bakar kayu dan kebiasaan anggota keluarga yang merokok mempunyai hubungan dengan kejadian pneumonia.

Jumlah kasus pneumonia balita merupakan data *count* yang mengikuti distribusi poisson, sehingga analisis yang dapat digunakan adalah regresi poisson. namun dalam regresi poisson terdapat asumsi yang harus terpenuhi yaitu rata-rata dan varians harus sama (*equidispersion*). Kondisi *equidispersion* sulit terpenuhi, pada umumnya sering terjadi kasus *overdispersion*. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah



*overdispersion* adalah *Generalized Poisson Regression* (GPR). Sehingga untuk mengatasi *overdispersion* dalam penelitian ini dilakukan pemodelan menggunakan metode GPR. Penelitian sebelumnya mengenai GPR dilakukan oleh Assriyanti (2011) untuk memodelkan jumlah kasus AIDS dan diperoleh hasil bahwa GPR lebih baik daripada regresi poisson.

Perbedaan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya kasus pneumonia balita per wilayah berbeda-beda, dikarenakan kondisi setiap wilayah mempunyai perbedaan karakteristik satu sama lain. Kondisi lingkungan setiap wilayah berbeda, dimana kondisi lingkungan yang buruk dan tidak dilaksanakannya perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) menyebabkan berkembangnya vektor penyakit karena tersedianya media penyebab penularan berbagai penyakit. Oleh karena itu, faktor PHBS perlu diperhatikan karena dapat mencegah terjadinya penyakit dan melindungi diri dari ancaman penyakit. Penelitian dengan memperhatikan faktor spasial, akan menghasilkan pemodelan yang dapat menggambarkan pola hubungan yang lebih baik daripada analisis regresi global. Metode yang akan digunakan adalah *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR), dimana setiap wilayah akan menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik pengamatan sehingga menyebabkan adanya perbedaan jumlah kasus pneumonia balita antara wilayah satu dengan wilayah lainnya sesuai dengan karakteristik wilayah tersebut.

Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode GWPR antara lain adalah Aulele (2010) untuk menganalisis jumlah kematian bayi di Propinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah tahun 2007. Selanjutnya, penelitian oleh Qomariyah (2014) untuk memodelkan jumlah kematian ibu di Jawa Timur. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa setiap wilayah mempunyai perbedaan karakteristik satu sama lain, sehingga model yang dihasilkan per wilayah berbeda-beda.

Selain mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita, maka perlu untuk mengetahui *hotspot*



atau kantong kasus pneumonia balita, dikarenakan dengan adanya informasi tersebut dapat diketahui wilayah mana saja yang memerlukan perhatian khusus dan prioritas utama dalam upaya menangani masalah kasus pneumonia balita. Beberapa metode yang digunakan untuk mendeteksi *hotspot* antara lain *Circular Spatial Scan Statistic*, *Upper Level Set Scan Statistic* dan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*. Kelebihan metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* dibanding metode *Circular Spatial Scan Statistic* adalah keakuratan dan kekuatan yang cukup baik dalam mendeteksi *hotspot* yang tidak berbentuk lingkaran (Tango dan Takahashi, 2005). Penelitian sebelumnya tentang mendeteksi *hotspot* atau kantong pernah dilakukan oleh Hasibuan (2008) dimana dengan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* diperoleh tujuh kantong kemiskinan di Indramayu Jawa Barat.

Berdasarkan uraian di atas menunjukkan masih tingginya kasus pneumonia di wilayah Kota Surabaya, sehingga diperlukan suatu penelitian untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus pneumonia balita di wilayah Kota Surabaya dengan metode *Generalized Poisson Regression* dan *Geographically Weighted Poisson Regression*. Serta diperlukan identifikasi keberadaan kantong-kantong jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan pendekatan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* agar upaya penanggulangan jumlah kasus pneumonia balita lebih efektif dan tepat sasaran.

## **1.2 Permasalahan**

Jumlah kasus pneumonia balita merupakan data *count* sehingga analisis yang dapat digunakan untuk mengetahui faktor yang berpengaruh adalah menggunakan regresi poisson. Dengan mempertimbangkan aspek spasial maka metode yang digunakan adalah *Geographically Weighted Poisson Regression* untuk mendapatkan pemodelan jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya tahun 2013. Kasus pneumonia balita harus ditanggulangi, salah satu strategi penanggulangan kasus pneumonia balita di tingkat kecamatan yaitu dengan mendeteksi

kecamatan mana saja yang menjadi kantong atau *hotspot* kasus pneumonia balita menggunakan metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan di atas maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita dan memodelkan jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan *Geographically Weighted Poisson Regression*.
2. Mengetahui kecamatan mana saja yang terdeteksi sebagai *hotspot* atau kantong jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan pendekatan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi beberapa pihak antara lain sebagai berikut.

1. Bagi Dinas Kesehatan Kota Surabaya, dapat memberikan informasi mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus pneumonia balita serta mengetahui keberadaan *hotspot* atau kantong kasus pneumonia balita di Kota Surabaya sehingga hasil penelitian dapat digunakan sebagai masukan untuk membuat langkah-langkah agar dapat mengurangi jumlah penyakit pneumonia balita.
2. Bagi peneliti, memberikan wawasan pengetahuan terkait metode *Geographically Weighted Poisson Regression* dan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* sebagai aplikasi khususnya di bidang kesehatan.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah jumlah kasus penemuan pneumonia balita di puskesmas Kota Surabaya pada tahun 2013.





## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Statistika Deskriptif**

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu himpunan data, sehingga memberikan informasi sesuai dengan yang diinginkan. Statistik deskriptif membahas cara-cara pengumpulan data, penyederhanaan angka-angka pengamatan yang diperoleh (meringkas dan menyajikan), serta melakukan pengukuran pemusatan dan penyebaran untuk memperoleh informasi yang lebih menarik, berguna dan lebih mudah dipahami (Walpole, 1995). Contoh statistika deskriptif adalah rata-rata, varians, nilai minimum, nilai maksimum dan peta tematik.

Salah satu bentuk penyajian statistika deskriptif adalah menggunakan peta tematik. Peta tematik merupakan peta yang memberikan suatu informasi mengenai tema tertentu, baik data kualitatif maupun data kuantitatif. Peta tematik sangat erat kaitannya dengan SIG atau Sistem Informasi Grafis karena output dari SIG berupa peta tematik, dimana berbentuk digital maupun masih berbentuk peta kertas (Barus dan Wiradisasta, 2000).

#### **2.2 Regresi Poisson**

Regresi poisson merupakan model regresi nonlinear yang sering digunakan untuk data *count*, dimana variabel respon mengikuti distribusi poisson Agresti (2002). Distribusi poisson adalah suatu distribusi dimana kejadian tergantung pada interval waktu tertentu atau di suatu daerah tertentu dengan hasil pengamatan berupa variabel diskrit. Interval waktu tersebut dapat berupa semenit, sehari, seminggu, sebulan atau setahun (Walpole, 1995).

Ciri-ciri percobaan yang mengikuti sebaran distribusi poisson, adalah sebagai berikut (Cameron dan Trivedi, 1998).

- a. Kejadian dengan probabilitas kecil yang terjadi pada populasi dengan jumlah anggota besar.



- b. Bergantung pada interval waktu tertentu.
- c. Kejadian termasuk dalam proses stokastik (*counting process*).
- d. Perulangan dari kejadian yang mengikuti sebaran binomial.

Menurut (Myers, 1990), probabilitas distribusi poisson adalah sebagai berikut.

$$P(Y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.1)$$

dengan  $\mu$  adalah rata-rata variabel random  $Y$  yang berdistribusi poisson dimana nilai rata-rata dan varians dari variabel random  $Y$  mempunyai nilai lebih dari nol. Distribusi poisson digunakan untuk memodelkan peristiwa yang jarang terjadi dalam periode waktu tertentu. Misalkan terdapat sekumpulan data dengan struktur berikut.

$$\begin{bmatrix} y_1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{1k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_i & x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ik} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

dimana :

$y_i$  = Nilai variabel respon ( $Y$ ) dari observasi ke- $i$

$x_{ik}$  = Nilai variabel prediktor ( $X_k$ ) dari observasi ke- $i$

Model regresi poisson ditulis dengan persamaan berikut.

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (2.3)$$

dimana :

$$\mathbf{x}_i = [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \dots \quad x_{ki}]^T$$

$$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]^T$$

### 2.2.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Salah satu metode yang digunakan untuk penaksiran parameter regresi poisson adalah metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Metode MLE biasa digunakan dengan cara memaksimumkan fungsi *likelihood*. Dalam regresi poisson, parameter yang ditaksir adalah  $\boldsymbol{\beta}_k$  dengan hasil taksiran dilambangkan  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_k$ .

Untuk mendapatkan nilai taksiran  $\beta_k$  dilakukan dengan langkah berikut.

1. Mengambil  $n$  data sampel random.
2. Membentuk fungsi *likelihood* dari regresi poisson.

$$\begin{aligned}
 L(\beta) &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \\
 &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\exp(\mathbf{x}_i^T \beta)) (\exp(\mathbf{x}_i^T \beta))^{y_i}}{y_i!} \\
 &= \frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \beta)\right) \left(\exp \sum_{i=1}^n (y_i \mathbf{x}_i^T \beta)\right)}{\prod_{i=1}^n y_i!}
 \end{aligned} \tag{2.4}$$

Fungsi *likelihood* diubah dalam bentuk logaritma natural sebagai berikut.

$$\ln L(\beta) = \ln \left( \frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \beta)\right) \left(\exp \sum_{i=1}^n (y_i \mathbf{x}_i^T \beta)\right)}{\prod_{i=1}^n y_i!} \right)$$

$$\ln L(\beta) = -\sum_{i=1}^n \left(\exp(\mathbf{x}_i^T \beta)\right) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \beta - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!) \tag{2.5}$$

Kemudian persamaan (2.5) diturunkan terhadap  $\beta^T$  yang merupakan bentuk vektor, sehingga menjadi

$$\frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta^T} = -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \beta) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i \tag{2.6}$$

Selanjutnya persamaan (2.6) disama dengankan nol, sebagai syarat menggunakan metode iterasi Newton-Raphson. Metode ini digunakan karena jika diselesaikan dengan MLE (derivatif) akan menghasilkan persamaan yang tidak *close*

form. Algoritma untuk optimasi dengan metode Newton-Raphson dapat dituliskan sebagai berikut.

1. Menentukan nilai taksiran awal parameter  $\hat{\beta}_{(0)}$  menggunakan metode OLS (*Ordinary Least Square*).

$$\hat{\beta}_{(0)} = (\mathbf{x}^T \mathbf{x})^{-1} \mathbf{x}^T \mathbf{y} \quad (2.7)$$

Dimana :

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{y} = [y_1 \ y_2 \ y_3 \ \cdots \ y_n]^T$$

2. Membentuk vektor gradien  $\mathbf{g}$

$$\mathbf{g}(\beta_{(m)})_{(k+1) \times 1} = \left( \frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_k} \right)^T_{\beta=\beta_{(m)}} \quad (2.8)$$

dimana k merupakan banyaknya parameter yang ditaksir (variabel prediktor).

3. Membentuk matriks Hessian  $\mathbf{H}$

$$\mathbf{H}(\beta_{(m)})_{(k+1) \times (k+1)} = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_1^2} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_1 \partial \beta_k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_k^2} \end{pmatrix}_{\beta=\beta_{(m)}} \quad (2.9)$$

4. Setelah mendapatkan matriks Hessian  $\mathbf{H}$ , vektor gradien  $\mathbf{g}$ , dan nilai taksiran awal parameter  $\hat{\beta}_{(0)}$ , kemudian nilai taksiran awal  $\hat{\beta}_{(0)}$  dimasukkan ke dalam elemen-elemen vektor  $\mathbf{g}(\hat{\beta}_{(0)})$  dan matriks  $\mathbf{H}(\hat{\beta}_{(0)})$ .



5. Melakukan proses iterasi dengan menggunakan persamaan  $\beta_{(m+1)} = \beta_{(m)} - H^{-1}(\beta_{(m)})g(\beta_{(m)})$  yang dimulai dari  $m = 0$ . Nilai  $\beta_{(m)}$  merupakan sekumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- $m$ .
6. Jika parameter yang didapatkan belum konvergen, maka dilakukan kembali langkah ke 5 hingga iterasi ke  $m = m+1$ . Iterasi berhenti pada keadaan konvergen, dimana  $\|\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}\| < \varepsilon$  dengan  $\varepsilon$  merupakan bilangan yang sangat kecil sekali dengan

$$\|\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}\| = \sqrt{[\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}]^T [\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}]}.$$

### 2.2.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson

Pengujian parameter digunakan untuk mengetahui pengaruh dari suatu parameter terhadap model dengan tingkat signifikansi tertentu. Pengujian kelayakan model regresi poisson dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) yang memiliki hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,k$$

Statistik uji :

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (2.10)$$

$L(\hat{\omega})$  dan  $L(\hat{\Omega})$  merupakan dua fungsi *likelihood* yang berhubungan dengan model regresi yang diperoleh.  $L(\hat{\omega})$  adalah nilai maksimum *likelihood* untuk model sederhana tanpa melibatkan variabel prediktor dan  $L(\hat{\Omega})$  adalah nilai maksimum *likelihood* untuk model lengkap dengan melibatkan variabel prediktor.

Tolak  $H_0$  jika nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; k)}$  yang berarti minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model.



$D(\hat{\beta})$  adalah devians model regresi poisson yang dihitung pada seluruh parameter dalam model, dan merupakan statistik rasio *likelihood* dimana ukuran sampel yang besar distribusi dari statistik uji persamaan (2.10) mengikuti distribusi *chi-square*. Menurut McCullagh dan Nelder (1989), nilai  $D(\hat{\beta})$  akan semakin kecil seiring bertambahnya parameter dalam model, sehingga semakin kecil nilai  $D(\hat{\beta})$  model akan semakin baik.

Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model.

Hipotesis :

$H_0 : \beta_j = 0$  (Pengaruh variabel ke-j tidak signifikan)

$H_1 : \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,k$  (Pengaruh variabel ke-j signifikan)

Statistik uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (2.11)$$

$se(\hat{\beta}_j)$  adalah *standar error* dari elemen diagonal ke (j+1) dari  $\sqrt{\text{var}(\hat{\beta})}$  dengan  $\sqrt{\text{var}(\hat{\beta})} = -E(H^{-1}(\hat{\beta}))$ .  $H_0$  akan ditolak jika nilai  $|Z|$  lebih besar dari nilai  $Z_{\alpha/2}$ .

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai AIC (*Akaike's Information Criteriation*). Berikut adalah rumus AIC untuk regresi poisson.

$$AIC = -2 \ln L(\beta) + 2K \quad (2.12)$$

dimana  $\ln L(\beta)$  merupakan nilai *likelihood* yang didapat dari persamaan (2.5) dan  $K$  merupakan jumlah parameter dalam model.

### 2.2.3 Overdispersion Regresi Poisson

Regresi poisson dikatakan *overdispersion* apabila nilai variansnya lebih besar dari nilai rata-ratanya. Jika pada data diskrit terjadi *overdispersion* dan tetap menggunakan regresi poisson sebagai metode penyelesaiannya, maka nilai *standard error* menjadi *under estimate*. Hal ini disebabkan karena

parameter koefisien regresi yang dihasilkan dari regresi poisson tidak efisien meskipun koefisien regresinya tetap konsisten.

*Overdispersion* merupakan nilai dispersi *pearson chi-square* dan *deviance* yang dibagi dengan derajat bebasnya, diperoleh nilai lebih besar dari 1. Selain itu,  $\theta$  juga merupakan parameter dispersi dengan kriteria sebagai berikut.

- a. jika  $\theta > 0$  artinya terjadi *overdispersion* pada regresi poisson.
- b. jika  $\theta < 0$  artinya terjadi *underdispersion*.
- c. jika  $\theta = 0$  menunjukkan bahwa tidak terjadi kasus *over/under* dispersi (*equidispersion*).

(Famoye, et al, 2004).

### 2.3 Generalized Poisson Regression (GPR)

Model regresi *Generalized Poisson* (GPR) merupakan salah satu alternatif model untuk data yang berupa data *count* dimana terjadi pelanggaran asumsi pada distribusi poisson yaitu rata-rata dan varians mempunyai nilai yang sama. Sehingga parameter  $\mu$  dalam model GPR juga terdapat  $\theta$  sebagai parameter dispersi. Model GPR hampir mirip dengan regresi poisson yaitu merupakan suatu model *Generalized Linear Model*, akan tetapi pada model GPR mengasumsikan bahwa komponen randomnya berdistribusi *Generalized Poisson* (GP). Misalkan  $y_i = 0, 1, 2, \dots$  merupakan variabel respon maka distribusi respon maka distribusi *Generalized Poisson* adalah sebagai berikut (Famoye, et al, 2004).

$$f(y_i; \mu_i; \theta) = \left( \frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \frac{(1 + \theta y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp \left( \frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right), y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (2.13)$$

Dengan *mean* dan *variance* adalah sebagai berikut.

$$E(Y) = \mu \text{ dan } \text{Var}(Y) = \mu(1 + \theta\mu)^2$$

Apabila  $\theta = 0$  maka model GPR akan menjadi regresi poisson. Sedangkan apabila  $\theta > 0$  maka model GPR merepresentasikan terjadi *overdispersion* pada data *count* dan sebaliknya apabila  $\theta < 0$  maka model GPR merepresentasikan

terjadi *underdispersion* pada data *count*. Model GPR memiliki bentuk yang sama dengan model regresi poisson sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}), i = 1, 2, \dots, n \quad (2.14)$$

dimana :

$$\mathbf{x}_i = [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \dots \quad x_{ki}]^T$$

$$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]^T$$

Kategori yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan *over/under dispersion* adalah nilai devians dan *pearson chi-square* yang dibagi dengan derajat bebas. Nilai atau hasil bagi yang lebih besar dari satu bahwa mengindikasikan adanya *overdispersion* dan sebaliknya apabila nilai atau hasil bagi yang lebih kecil dari satu mengindikasikan adanya *underdispersion* (Cameron dan Trivedi, 1998).

### 2.3.1 Penaksiran Parameter Model GPR

Penaksiran parameter GPR pada persamaan (2.13) dilakukan menggunakan metode MLE dengan fungsi *likelihood* model GPR sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L(\mu_i, \theta) &= \prod_{i=1}^n f(\mu_i, \theta) \\ &= \prod_{i=1}^n \left\{ \left( \frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \frac{(1 + \theta y_i)^{(y_i-1)}}{y_i!} \exp \left( \frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right) \right\} \\ &= \left( \prod_{i=1}^n \left( \frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \right) \left( \prod_{i=1}^n \frac{(1 + \theta y_i)^{(y_i-1)}}{y_i!} \right) \left( \exp \left( \frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right) \right) \end{aligned} \quad (2.15)$$

Sedangkan fungsi *ln-likelihood* untuk model regresi *Generalized Poisson* adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln L(\mu_i, \theta) &= \ln \left( \prod_{i=1}^n \left( \frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \right) \left( \prod_{i=1}^n \frac{(1 + \theta y_i)^{(y_i-1)}}{y_i!} \right) \left( \exp \left( \frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right) \right) \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ y_i \ln(\mu_i) - y_i \ln(1 + \theta \mu_i) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) - \ln(y_i!) - \frac{\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right\} \end{aligned}$$

Dengan mensubstitusikan nilai  $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})$ , maka didapatkan persamaan di bawah ini.



$$L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln(\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) - y_i \ln(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) + \Delta\}$$

dengan  $\Delta = -\ln(y_i!) - \frac{\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})}$

$$L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln(\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) - y_i \ln(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) + \Delta^*\}$$

dengan  $\Delta = -\ln(y_i!) - \left\{ \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta y_i)(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} \right\}$  (2.16)

Selanjutnya persamaan logaritma natural dari fungsi *likelihood* diturunkan terhadap  $\boldsymbol{\beta}^T$  dan disama dengan nol untuk mendapat parameter  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ . Bentuk turunan persamaan logaritma natural dan *likelihood* terhadap  $\boldsymbol{\beta}^T$  yaitu seperti berikut.

$$\frac{\ln L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \boldsymbol{\beta}^T} = \sum_{i=1}^n \left[ y_i \mathbf{x}_i - \theta y_i \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} + \Delta \right]$$

dimana  $\Delta = -(1 + \theta y_i) \left\{ \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} \right\} + \Delta^*$

dan  $\Delta^* = -\theta \mathbf{x}_i (\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^2 (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-2}$

Untuk mendapatkan penaksir parameter  $\hat{\theta}$  maka persamaan tersebut diturunkan terhadap  $\theta$  dan disamadengankan nol. Sehingga bentuk turunan *ln-likelihood* terhadap  $\theta$  sebagai berikut.

$$\frac{\ln L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^n \left[ y_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} + y_i (y_i - 1)(1 + \theta y_i)^{-1} + \Delta \right]$$

dengan  $\Delta = \left\{ \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} \right\} + \Delta^*$

dan  $\Delta^* = -(1 + \theta y_i) \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-2}$

Penurunan fungsi *ln-likelihood* terhadap  $\boldsymbol{\beta}^T$  dan  $\theta$  seringkali menghasilkan persamaan yang implisit, sehingga digunakan metode numerik yaitu *Newton-Raphson*.



### 2.3.2 Pengujian Parameter Model GPR

Pengujian parameter GPR sama dengan pengujian parameter regresi poisson. Pengujian parameter GPR dilakukan menggunakan metode MLRT dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,k$$

Statistik uji :

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = 2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\bar{\Omega})} \right) \quad (2.17)$$

Tolak  $H_0$  jika nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha;k)}$  yang berarti minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model.

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j = 0 \text{ (Pengaruh variabel ke-} j \text{ tidak signifikan)}$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,k \text{ (Pengaruh variabel ke-} j \text{ signifikan)}$$

Statistik uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (2.18)$$

Tolak  $H_0$  apabila nilai  $|Z|$  lebih besar dari nilai  $Z_{\alpha/2}$ .

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai AIC, dengan rumus AIC untuk GPR sebagai berikut.

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\beta}, \hat{\theta}) + 2K \quad (2.19)$$

dimana  $\ln L(\hat{\beta}, \hat{\theta})$  merupakan nilai likelihood yang didapat dari persamaan (2.16) dan  $K$  merupakan jumlah parameter dalam model.

### 2.4 Pengujian Aspek Data Spasial

Regresi spasial merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dengan memperhatikan aspek lokasi atau spasial. Aspek spasial yang dimaksud adalah data yang digunakan

memiliki *error* saling berkorelasi dan memiliki heterogenitas spasial (Anselin, 1988).

### 2.4.1 Pengujian Dependensi Spasial

Pengujian dependensi spasial dilakukan untuk melihat apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dilakukan menggunakan statistik uji Moran's I.

Hipotesis :

$H_0 : I = 0$  (Tidak terdapat dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$  (Terdapat dependensi spasial)

Statistik Uji :

$$Z_{hit} = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{var}(\hat{I})}} \quad (2.20)$$

dimana :

$$\hat{I} = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Keterangan :

$n$  = banyak pengamatan

$\bar{y}$  = nilai rata-rata dari  $y_i$  dari  $n$  lokasi

$y_i$  = nilai pengamatan pada lokasi ke- $i$

$y_j$  = nilai pengamatan pada lokasi ke- $j$

$w_{ij}$  = elemen matriks pembobot spasial

Dalam perhitungan indeks morans'I terdapat beberapa pembobot spasial ( $w_{ij}$ ) yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai indeks Morans'I. Salah satu pembobot spasial yang dapat digunakan adalah fungsi pembobot *adaptive bisquare*. Untuk pengujian Morans'I dihasilkan keputusan tolak  $H_0$  apabila nilai  $|Z_{hit}|$  lebih besar dari nilai  $Z_{\alpha/2}$  yang berarti terdapat dependensi spasial dalam model.

### 2.4.2 Pengujian Heterogenitas Spasial

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan untuk melihat apakah terdapat kekhasan pada setiap lokasi pengamatan, sehingga parameter regresi yang dihasilkan berbeda-beda secara spasial. Pengujian heterogenitas spasial dilakukan menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan* (BP).

Hipotesis :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (Varians antar lokasi sama)}$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ (Varians antar lokasi berbeda)}$$

Statistik uji :

$$BP = \left( \frac{1}{2} \right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \quad (2.21)$$

dimana :

$$\mathbf{e}_i = y_i - \hat{y}_i$$

$$\mathbf{f} = (f_1, f_2, \dots, f_n)^T \text{ dengan } f_i = \left( \frac{\hat{e}_i^2}{\hat{\sigma}^2} - 1 \right)$$

$$\hat{e}_i = \text{kuadrat sisaan untuk pengamatan ke-} i$$

$$\mathbf{Z} = \text{matriks berukuran } n(k+1) \text{ berisi vektor yang sudah di normal standarkan untuk setiap observasi}$$

$$\hat{\sigma}^2 = \text{varians } y$$

Keputusan Tolak  $H_0$  jika nilai  $BP > \chi_{(\alpha, k)}^2$  yang berarti varians antar lokasi berbeda.

### 2.5 Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)

Model GWPR adalah salah satu metode statistika yang merupakan pengembangan dari regresi poisson dengan penaksir parameter model bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi, dimana data memenuhi asumsi data berdistribusi Poisson. Menurut Fotheringham, et al (2002) bahwa model GWPR dikembangkan dari metode GWR yaitu suatu teknik yang



membawa kerangka dari model regresi sederhana menjadi model regresi yang terboboti. Dalam model GWPR, variabel respon ( $Y$ ) diprediksi dengan variabel prediktor ( $X$ ) yang koefisien regresinya dipengaruhi oleh letak geografis baik lintang maupun bujur dan disimbolkan  $(u_i, v_i)$  bergantung pada lokasi dimana data tersebut diamati. Model GWPR dengan  $u_i$  sebagai koordinat lintang dan sebagai  $v_i$  koordinat bujur yang digunakan sebagai pembobot parameter adalah sebagai berikut.

$$y_i \sim \text{poisson}(\mu_i)$$

$$\text{dimana : } \mu_i = \exp \left( \sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji} \right)$$

$$\text{maka } y_i \sim \text{poisson} \left( \exp \left( \sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji} \right) \right) \quad (2.22)$$

dengan :

$k$  = banyaknya variabel prediktor

$y_i$  = nilai observasi respon ke- $i$

$x_{ji}$  = nilai observasi variabel prediktor ke- $j$  pada pengamatan lokasi  $(u_i, v_i)$

$\beta_j(u_i, v_i)$  = koefisien regresi variabel prediktor ke- $j$  untuk setiap lokasi  $(u_i, v_i)$

$(u_i, v_i)$  = koordinat lintang dan bujur dari titik ke- $i$  pada suatu lokasi geografis

### 2.5.1 Penaksir Parameter Model GWPR

Penaksiran parameter model GWPR dilakukan dengan menggunakan metode MLE dengan memberikan pembobot pada fungsi *ln-likelihood*. Langkah awal dari metode ini adalah membentuk fungsi *likelihood* sebagai berikut.

$$L(\beta(u, v)) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad (2.23)$$

selanjutnya fungsi *likelihood* tersebut diubah dalam bentuk logaritma natural (*ln-likelihood*).



$$\begin{aligned}\ln L(\boldsymbol{\beta}(u, v)) &= \ln \left( \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \right) \\ &= \sum_{i=1}^n (-\mu_i + y_i \ln(\mu_i) - \ln(y_i!))\end{aligned}\quad (2.24)$$

Dengan mensubstitusikan bentuk  $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u, v))$  pada persamaan (2.23), maka menjadi persamaan sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u, v)) = \sum_{i=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u, v)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u, v) - \ln(y_i!)) \quad (2.25)$$

Bentuk *ln-likelihood* untuk iterasi ke- $(u_i, v_i)$  pada persamaan (2.25) sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) = \sum_{i=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) - \ln(y_i!)) \quad (2.26)$$

Faktor pembobot pada model GWPR menggunakan faktor letak geografis dengan nilai yang berbeda untuk setiap wilayah yang menunjukkan sifat lokal pada model GWPR. Sehingga, pembobot diberikan pada bentuk *ln-likelihood* untuk model GWPR dan diperoleh persamaan berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) = \sum_{i=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) - \ln(y_i!)) w_{ij}(u_i, v_i)$$

Kemudian persamaan  $\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$  diturunkan terhadap  $\boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)$  dan disamadengkan nol agar diperoleh nilai taksiran parameter  $\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)$  yaitu  $\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i)$  sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)} &= 0 \\ \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)} &= \sum_{i=1}^n (-\mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + \mathbf{x}_i y_i) w_{ij}(u_i, v_i) = 0\end{aligned}$$

Karena dari penyelesaian tersebut diperoleh hasil yang implisit maka dapat diselesaikan dengan metode Newton-

Raphson *Iteratively Reweighted Least Square* (IRLS). Secara umum persamaan untuk iterasi Newton-Raphson IRLS dilakukan dengan cara menyelesaikan persamaan berikut.

$$\boldsymbol{\beta}_{(m+1)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = \boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) - \mathbf{H}_{(m)}^{-1}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) \mathbf{g}_{(m)}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) \quad (2.27)$$

dengan :

$$\begin{aligned} \mathbf{g}_{(m)}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) &= \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}^T(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)} \\ &= - \sum_{i=1}^n x_i w_{ij}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) + \sum_{i=1}^n x_i w_{ij}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) y_i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{H}_{(m)}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) &= \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \partial \boldsymbol{\beta}^T(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)} \\ &= - \sum_{j=1}^n x_i w_{ij}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \mathbf{x}_i^T \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) \end{aligned}$$

Iterasi berhenti jika  $\|\boldsymbol{\beta}_{(m+1)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) - \boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)\| \leq \varepsilon$ , dimana  $\varepsilon$  merupakan merupakan bilangan yang sangat kecil. Taksiran awal untuk parameter  $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$  diperoleh dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square*.

### 2.5.2 Pengujian Parameter Model GWPR

Pengujian parameter model GWPR terdiri dari tiga macam pengujian, antara lain sebagai berikut.

1. Menguji kesamaan antara model GWPR dan model regresi poisson dengan hipotesis berikut.

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = \beta_j$$

$$H_1 : \beta_j(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \neq \beta_j ; i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,k$$

Statistik uji :

$$F_{hit} = \frac{\text{Devians Model A/df}_A}{\text{Devians Model B/df}_B} \quad (2.28)$$

Misalkan model b adalah model GWPR dengan derajat bebas  $df_B$  dan model A dengan derajat bebas  $df_A$  adalah model

regresi poisson. Untuk mendapatkan nilai devians dari model GWPR ( $D(\hat{\beta})$ ) adalah sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (2.29)$$

dimana :

$L(\hat{\omega})$  = Fungsi *likelihood* untuk kumpulan parameter di bawah  $H_0$ .

$L(\hat{\Omega})$  = Fungsi *likelihood* untuk untuk kumpulan parameter kecuali parameter di bawah  $H_0$ .

Bentuk persamaan fungsi likelihood  $L(\hat{\omega})$  dan  $L(\hat{\Omega})$  sebagai berikut.

$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \sum_{j=0}^k \beta_j x_{ij} \quad (2.30)$$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp\left(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j(u_i, v_i) x_{ij}\right) \quad (2.31)$$

Tolak  $H_0$  jika nilai  $F_{hit} > F_{(\alpha, df A, df B)}$ , yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi Poisson dan model GWPR, sehingga dilakukan pengujian secara serentak parameter model GWPR.

## 2. Pengujian Secara Serentak Model GWPR

Pengujian serentak dilakukan menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) dengan hipotesis berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) = \beta_2(u_2, v_2) = \dots = \beta_j(u_i, v_i) = 0; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$

$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$

Statistik uji :

$$D(\hat{\beta}) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (2.32)$$

dimana :

$L(\hat{\omega})$  = Fungsi *likelihood* untuk model sederhana tanpa melibatkan variabel prediktor.



$L(\hat{\Omega})$  = Fungsi *likelihood* untuk model lengkap dengan melibatkan variabel prediktor.

Bentuk persamaan fungsi *likelihood*  $L(\hat{\omega})$  dan  $L(\hat{\Omega})$  sebagai berikut.

$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp(\hat{\beta}_0(u_i, v_i) x_{ij}) \quad (2.33)$$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp\left(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j(u_i, v_i) x_{ij}\right) \quad (2.34)$$

Tolak  $H_0$  jika nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha, k)}$ , yang berarti minimal ada satu parameter model GWPR berpengaruh signifikan terhadap model.

### 3. Pengujian Parameter Secara Parsial

Pengujian parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon pada tiap-tiap lokasi dengan hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0; i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,k$

$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,k$

Statistik uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))} \quad (2.35)$$

$se(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))$  adalah *standar error* yang didapatkan dari elemen diagonal ke  $(j+1)$  dari  $\sqrt{\text{var}(\hat{\beta}(u_i, v_i))}$ . Dengan daerah penolakan adalah  $H_0$  ditolak jika nilai dari  $|Z|$  lebih besar dari nilai  $Z_{\alpha/2}$ .

### 2.5.3 Penentuan *Bandwith* dan Pembobot Optimum

Secara teoritis *bandwidth* merupakan lingkaran dengan radius  $b$  dari titik pusat lokasi yang digunakan sebagai dasar menentukan bobot setiap pengamatan terhadap model regresi



pada lokasi tersebut. Pengamatan-pengamatan yang terletak di dalam radius  $b$  masih dianggap berpengaruh terhadap model pada lokasi tersebut sehingga akan diberi bobot tergantung pada fungsi yang digunakan. Selain itu, *bandwidth* menjadi pengontrol keseimbangan antara kesesuaian kurva terhadap data dan kemulusan data. Nilai *bandwidth* yang sangat kecil menyebabkan varians semakin besar. Hal ini dikarenakan jika nilai *bandwidth* sangat kecil maka akan semakin sedikit pengamatan yang berada dalam radius  $b$ , sehingga model yang diperoleh akan sangat kasar (*under smoothing*). Sebaliknya nilai *bandwidth* yang besar akan menimbulkan bias yang semakin besar karena semakin banyak pengamatan yang berada dalam radius  $b$ , sehingga model yang diperoleh akan terlampaui halus (*over smoothing*). Pemilihan *bandwidth* optimum menjadi sangat penting karena akan mempengaruhi ketepatan model terhadap data, yaitu mengatur varians dan bias dari model. Penentuan metode optimum dilakukan menggunakan metode *Cross Validation* (CV) sebagai berikut.

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n (y_i - y_{\neq i}(b))^2 \quad (2.36)$$

dimana  $y_{\neq i}(b)$  adalah nilai penaksir  $y_i$  dengan pengamatan lokasi  $(u_i, v_i)$  dihilangkan dari proses penaksiran.

Menurut Nakaya,dkk. (2005) dalam proses penaksiran parameter model GWPR di suatu titik  $(u_i, v_i)$  dibutuhkan adanya pembobot spasial dimana pembobot yang digunakan adalah fungsi kernel. Kernel *adaptive* digunakan dalam kasus ketika ada variasi yang besar dalam geografis data yang diamati. Salah satu pembobot fungsi kernel *adaptive bisquare* adalah sebagai berikut.

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \begin{cases} \left( 1 - \left( \frac{d_{ij}}{b_{i(p)}} \right)^2 \right)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (2.37)$$

dengan  $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$  adalah jarak *Euclidean* antara lokasi  $(u_i, v_i)$  dan lokasi  $(u_j, v_j)$  dan  $b$  adalah nilai *bandwith* optimum pada tiap lokasi.

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai AIC (*Akaike's Information Criteriation*).

$$AIC = D(b) + 2K(b) \quad (2.38)$$

dengan

$$D(b) = \sum_i^n (y_i \ln \hat{y}_i(\beta(u_i, v_i), b)) / y_i + \left( (y_i - \hat{y}_i(\hat{\beta}(u_i, v_i), b)) \right)$$

$D(b)$  merupakan nilai devians model dengan *bandwith* ( $b$ ) dan  $K$  merupakan jumlah parameter dalam model dengan *bandwith* ( $b$ ). Model terbaik yang dipilih adalah model dengan nilai AIC paling kecil (Fotheringham, et al, 2002).

## 2.6 Korelasi dan Multikolinearitas

### 2.6.1 Korelasi

Koefisien korelasi merupakan suatu indikator dalam hubungan linier antara dua variabel (Draper dan Smith, 1992).

$$\hat{\rho}_{Y_1Y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)(Y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}} \quad (2.39)$$

Pada koefisien korelasi terdapat dua hubungan yaitu positif dan negatif. Nilai positif dan negatif ini disebabkan nilai korelasi berkisar antara -1 hingga 1. Apabila nilai korelasi mendekati 1, baik positif maupun negatif maka kedua variabel memiliki hubungan yang erat, sedangkan jika nilai korelasi 0 menunjukkan bahwa kedua variabel tidak memiliki hubungan erat. Nilai korelasi yang positif menunjukkan adanya hubungan berbanding lurus pada dua variabel, sedangkan nilai korelasi yang negatif menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik.

### 2.6.2 Multikolinearitas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi adalah tidak terdapat korelasi yang tinggi antara satu variabel prediktor dengan variabel prediktor yang lain. Dalam model regresi, adanya korelasi antar variabel prediktor menyebabkan taksiran parameter regresi yang dihasilkan akan memiliki *error* yang sangat besar. Pendeteksian kasus multikolinearitas dilakukan menggunakan kriteria nilai *Variance Inflation Factor* (Hocking, 1996). Jika nilai VIF lebih besar dari 10 menunjukkan adanya multikolinearitas antar variabel prediktor. Nilai VIF dinyatakan sebagai berikut.

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.40)$$

dengan  $R_j^2$  adalah koefisien determinasi antara  $X_j$  dengan variabel prediktor lainnya.

### 2.7 Metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*

*Spatial Scan Statistic* merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mendeteksi *cluster* pada sebuah lokasi yang berupa titik maupun data agregat. Beberapa metode *Scan Statistic* antara lain *Circular Spatial Scan Statistic* yang diperkenalkan oleh Martin Kulldorf tahun 1997, *Upper Level Set Scan Statistic* (*Noncircular Spatial Scan Statistic*) yang diperkenalkan oleh Patil dan Taillie tahun 2003, dan metode *Flexibly Spatial Scan Statistic* yang diperkenalkan pertama kali oleh Toshiro Tango dan Kunihiro Takahashi pada tahun 2005.

Metode *Flexibly Spatial Scan Statistic* mempunyai *power* lebih tinggi daripada metode *Circular Spatial Scan Statistic* saat *cluster* yang dideteksi adalah *non-circular* dan fleksibel terhadap bentuk kantong yang dihasilkan sehingga tidak terbatas pada bentuk lingkaran saja (Tango dan Takahashi, 2005). Untuk mendeteksi *hotspot* dengan metode *Flexibly Spatial Scan Statistic*, pada awalnya suatu wilayah dibagi menjadi  $n$  daerah. Jumlah kasus yang ada di wilayah  $i$  dilambangkan dengan  $Y_i$



dengan nilai yang diamati  $i=1,2,\dots,n$  diasumsikan saling bebas dan mengikuti sebaran Poisson dengan fungsi peluang seperti persamaan (2.1). Untuk menentukan letak geografis masing-masing daerah digunakan titik koordinat pusat penduduk administrasi.

Pada awalnya, *Flexibly Scan Statistic* ditempatkan pada kantong yang tidak teratur (*irregularly shaped*) pada setiap wilayah. *Window* ke- $i$  dilambangkan dengan  $W_i$  yang merupakan kumpulan wilayah  $i$  dan wilayah-wilayah yang berbatasan dengan wilayah  $i$  yang kemudian disusun himpunan  $Z$  yang bentuknya tidak teratur dengan panjang  $l$  pada setiap wilayah, terdiri atas  $l$  wilayah (termasuk kecamatan  $i$ ).  $Z$  merupakan himpunan bagian dari  $W$  dan panjangnya mulai dari 1 sampai panjang maksimum  $L$  (*pre-set maximum L*). untuk menghindari pendeteksian kantong yang bentuknya aneh (*unlikely peculiar shape*), wilayah yang berbatasan dibatasi sebagai himpunan bagian dari wilayah  $i$  dan  $(L-1)$  wilayah sekitar yang terdekat dengan wilayah  $i$  dimana  $L$  adalah *pre-specified maximum length* dari *cluster*. Selanjutnya akan terbentuk  $Z$  yang berbeda-beda dan saling *overlapping* (tumpang tindih). Misalkan  $Z_{il(m)}$ ,  $m=1,\dots,m_{il}$  melambangkan  $Z$  ke- $m$  yang merupakan himpunan  $l$  wilayah yang berhubungan dimulai dari wilayah  $i$ , dimana  $m_{il}$  adalah jumlah  $m$  yang memenuhi  $Z_{il(m)} \subseteq Z_{il}$  untuk  $l = 1,2,\dots,L$ , Kemudian semua  $Z$  yang diperiksa dimasukkan dalam himpunan berikut.

$$Z = \{Z_{il(m)} | 1 \leq i \leq n, 1 \leq l \leq L, 1 \leq m \leq m_{il}\} \quad (2.41)$$

Algoritma yang digunakan untuk mendapatkan  $Z$  dengan *pre-specified maximum length L* (Tango dan Takahashi, 2005) adalah sebagai berikut.

1. Pertama, membuat sebuah matriks  $A = (a_{ih})$  berukuran  $n \times n$  sedemikian hingga

$$a_{ih} = \begin{cases} 1 & , \text{jika wilayah } i \text{ dan } h \text{ bersebelahan atau contiguity} \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

dan set  $Z_2 = \emptyset$  dan  $i_0 = 0$



2. Misalkan  $i_0 \leftarrow i_0 + 1$  dan  $i_0$  ( $=1,2,\dots,m$ ) menjadi wilayah awal. Kemudian dibentuk  $W_{i_0}$  yang terdiri dari  $(L-1)$  *nearest neighbours* ke wilayah awal  $i_0$  dan  $i_0$  sendiri, sebagai contoh  $W_{i_0} = (i_0, i_1, \dots, i_{L-1})$  dimana  $i_l$  adalah  $l$  wilayah ke- $l$  terdekat terhadap  $i_0$ .
3. Pertimbangkan semua himpunan  $Z \subset W_{i_0}$ , dimana termasuk wilayah awal  $i_0$ . Untuk himpunan  $Z$  lainnya, ulangi langkah 4-7.
4. Bagi himpunan  $Z$  menjadi dua disjoint :  $Z_0 = \{i_0\}$  dan  $Z_1$  dimana berisi wilayah lain yang terdapat dalam  $Z$ .
5. Buat dua himpunan baru  $Z'_0$  dan  $Z'_1$ .  $Z'_0$  terdiri dari wilayah  $Z_1$  yang berbatasan dengan wilayah  $Z_0$ . Di sisi lain,  $Z'_1$  terdiri dari wilayah  $Z_1$  yang tidak berbatasan dengan wilayah  $Z_0$ . Kemudian, ganti  $Z_0$  dan  $Z_1$  dengan  $Z'_0$  dan  $Z'_1$ .
6. Ulangi langkah 5 secara rekursif sampai  $Z_0$  dan  $Z_1$  menjadi himpunan kosong.
7. Buat kesimpulan sebagai berikut.  
 $Z$  dikatakan berhubungan (*connected*) ketika  $Z_1$  menjadi himpunan kosong terlebih dahulu dan tidak berhubungan ketika  $Z_0$  menjadi himpunan kosong terlebih dahulu, maka  $Z$  dimasukkan dalam set  $Z$ . Jika  $Z$  tidak berhubungan maka  $Z$  dibuang.
8. Ulangi langkah 2-7 sampai pada akhirnya diperoleh himpunan  $Z$  yang terdiri dari  $Z$  berbentuk tertentu dengan *maximum length* adalah  $L$ .

### 2.7.1 Likelihood Ratio Test dan Pengujian Hipotesis Monte Carlo

Untuk setiap wilayah  $i$  dan panjang dari *scanning window*, hipotesis alternatifnya adalah minimal ada satu *window*  $\mathbf{Z}$  yang mempunyai peluang resiko lebih tinggi (*elevated risk*) daripada di luar *window*. Dengan kata lain, hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : E(Y(\mathbf{Z})) = \mu(\mathbf{Z}) \text{ untuk semua } \mathbf{Z}$$

$$H_1 : E(Y(\mathbf{Z})) > \mu(\mathbf{Z}) \text{ untuk beberapa } \mathbf{Z}$$

dimana  $Y(.)$  melambangkan jumlah kasus yang random dan  $\mu(.)$  merupakan nilai harapan dari kasus *window* tertentu.

Pada setiap *window*, dapat dihitung *likelihood* untuk mengetahui jumlah kasus di dalam dan di luar *window*. Persamaan *likelihood* untuk setiap *window* mengikuti persamaan (2.4) dengan asumsi Poisson, uji statistik yang disusun dengan *likelihood ratio test* (Kulldorff, 1997) adalah sebagai berikut.

$$\lambda = \sup_{\mathbf{Z} \in \mathbf{Z}} \left( \frac{y(\mathbf{Z})}{\mu(\mathbf{Z})} \right)^{n(\mathbf{Z})} \left( \frac{y(\mathbf{Z}^c)}{\mu(\mathbf{Z}^c)} \right)^{n(\mathbf{Z}^c)} I \left( \frac{y(\mathbf{Z})}{\mu(\mathbf{Z})} > \frac{y(\mathbf{Z}^c)}{\mu(\mathbf{Z}^c)} \right) \quad (2.42)$$

dimana  $\mathbf{Z}^c$  melambangkan semua wilayah di luar *window*  $\mathbf{Z}$ , dan  $y(.)$  melambangkan jumlah kasus dalam *window* yang ditentukan dan  $I(.)$  merupakan fungsi indikator. Ketika memeriksa kantong dengan *high rates*, maka  $I(.)$  bernilai 1 jika  $y(\mathbf{Z}^c)$  dibagi  $(\mathbf{Z}^c)$  memiliki peluang lebih besar.

Uji statistik yang dilakukan menggunakan pengujian hipotesis Monte Carlo. P-value diperoleh dengan membandingkan *rank* dari *likelihood* yang maksimal dari data yang sebenarnya dengan *likelihood* yang maksimal dari himpunan data acak. Jika *rank* dilambangkan dengan  $R$  maka  $p\text{-value} = R/(1+\#\text{simulasi})$  dimana  $\#\text{simulasi}$  menunjukkan banyaknya replikasi yang digunakan.

Prosedur untuk mendapatkan p-value dengan pendekatan *Monte Carlo* adalah sebagai berikut.

1. Hitung penjumlahan nilai *log likelihood ratio* tertinggi  $t_0$  untuk data riil.
2. Membangun data acak yang ukurannya sama dengan data riil yang dibangun di bawah kondisi  $H_0$ .
3. Melakukan proses pembentukan *scanning window*  $\mathbf{Z}$  dari data acak yang dibangun berdasarkan kondisi  $H_0$ .
4. Mencari nilai *log likelihood ratio* dari setiap *scanning window*, dan dicatat apakah jumlah kasus yang diamati lebih besar atau lebih kecil dari yang diestimasi, kemudian menjumlahkan nilai *log likelihood ratio* yang jumlah kasusnya lebih besar dari jumlah yang diestimasi, untuk

setiap *scanning window*. Langkah selanjutnya, mendapatkan penjumlahan nilai *log likelihood ratio* yang tertinggi dari simulasi pertama pembangunan data acak tersebut.

5. Mengulang langkah 2, 3, dan 4 sebanyak  $m$  kali pengulangan/simulasi, sehingga memperoleh  $m$  penjumlahan nilai *log likelihood ratio* tertinggi dari data acak dan data riil.

6. Hitung p-value,  $p = \frac{\text{banyaknya } (T(x) \geq t_0)}{m + 1}$

$t_0$  menyatakan penjumlahan nilai *log likelihood ratio* tertinggi yang dimiliki suatu *scanning window Z* dari data riil.  $T(x)$  adalah penjumlahan nilai *log likelihood ratio* dari data acak yang dibangun di bawah kondisi  $H_0$ .  $m$  adalah banyaknya simulasi untuk membangun data di bawah kondisi  $H_0$ .

Kantong-kantong yang terbentuk (*window Z*) diurutkan berdasarkan nilai *likelihood*-nya dan *window Z* yang memiliki nilai *likelihood* lebih besar daripada yang lain dan nyata pada tingkat signifikansi tertentu akan membentuk *hotspot*.

## 2.8 Pneumonia Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Balita adalah anak umur 1 tahun tepat sampai umur 5 tahun kurang 1 hari. Anak umur 5 tahun tepat, tidak termasuk kelompok anak 1-5 tahun (Depkes, 2006). Pneumonia adalah penyakit yang disebabkan kuman *pneumococcus*, *staphylococcus*, *streptococcus*, dan virus. Gejala penyakit pneumonia yaitu menggigil, demam, sakit kepala, batuk, mengeluarkan dahak, dan sesak napas. Populasi yang rentan terserang pneumonia adalah balita, usia lanjut lebih dari 65 tahun dan orang yang memiliki masalah kesehatan (malnutrisi, gangguan imunologi) (Kementerian Kesehatan RI, 2014).

Terjadinya pneumonia pada anak seringkali bersamaan dengan terjadinya proses infeksi akut pada bronkus yang disebut *bronchopneumonia*. Gejala penyakit pneumonia ini berupa nafas cepat dan nafas sesak, karena paru meradang secara mendadak.



Batas nafas cepat adalah frekuensi pernafasan sebanyak 50 kali per menit atau lebih pada anak usia 2 bulan – 1 tahun dan 40 kali per menit atau lebih pada anak usia 1 tahun – 5 tahun (Santoso, 2012).

Faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian pneumonia terbagi atas dua yaitu faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik meliputi umur, jenis kelamin, status gizi, berat badan lahir rendah, status imunisasi, pemberian ASI dan pemberian vitamin A. Faktor ekstrinsik meliputi kepadatan tempat tinggal, polusi udara, tipe rumah, ventilasi, kelembaban, letak dapur, jenis bahan bakar penggunaan obat nyamuk, asap rokok, penghasilan keluarga serta faktor ibu baik pendidikan, umur ibu maupun penghasilan ibu (Departemen Kesehatan RI, 2002).

Rudan,et al (2008) melaporkan bahwa faktor risiko terjadinya pneumonia yang selalu ada (*definite*) meliputi gizi kurang, berat badan lahir rendah, tidak mendapatkan ASI, polusi udara dalam ruang, dan pemukiman padat. Selain itu bahwa lantai, kondisi dinding rumah, luas ventilasi rumah, tingkat kepadatan hunian, tingkat kelembaban, penggunaan jenis bahan bakar kayu dan kebiasaan anggota keluarga yang merokok mempunyai hubungan dengan kejadian pneumonia (Yuwono, 2008).

Menurut WHO (2010) pneumonia dapat menyebar dalam beberapa cara. virus dan bakteri biasanya ditemukan di hidung atau tenggorokan anak yang dapat menginfeksi paru-paru jika dihirup. virus dan bakteri juga dapat menyebar melalui droplet udara lewat batuk atau bersin. Selain itu, radang paru-paru bisa menyebar melalui darah.

Menurut Mc. Keown dan Hilfinger (2004) dalam Hockenberry dan Wilson (2009) penyakit dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara faktor *agent*, *host* dan *environment*. Berikut ini akan dijabarkan hubungan 3 komponen tersebut.



1. Faktor penyebab (*agent*) adalah penyebab dari penyakit pneumonia yaitu bakteri, virus.
2. Faktor manusia (*host*) adalah individu atau populasi yang beresiko terkena penyakit. Faktor risiko pneumonia dalam hal ini balita meliputi : berat badan lahir, riwayat pemberian ASI, status gizi, riwayat pemberian vitamin A, riwayat imunisasi.
3. Faktor lingkungan (*enviroment*) adalah tempat dimana *host* hidup termasuk kondisi cuaca dan faktor-faktor yang berhubungan dengan rumah dan kondisi sekitar, yaitu meliputi : kondisi rumah, ventilasi rumah kelembaban, cuaca, polusi udara dan status sosial ekonomi.

## **2.9 Hotspot atau Kantong-Kantong**

*Hotspot* didefinisikan sebagai lokasi atau wilayah terjadinya suatu kejadian yang tidak biasa atau kejadian luar biasa atau disebut juga wilayah kritis (Patil dan Taillie, 2003). Sedangkan menurut Haran (2006) didefinisikan sebagai lokasi atau wilayah yang konsisten memiliki karakteristik berbeda dengan daerah sekelilingnya. Dalam penelitian ini, wilayah yang terdeteksi sebagai *hotspot* disebut sebagai daerah kantong pneumonia balita, sehingga kantong dapat diartikan sebagai kumpulan daerah-daerah yang memiliki tingkat kasus pneumonia balita lebih besar daripada daerah-daerah di luar kantong. Wilayah *hotspot* atau kantong pneumonia balita sangat penting diketahui karena dengan adanya informasi tersebut dapat diketahui wilayah yang memerlukan perhatian khusus dalam upaya menangani masalah yang berkaitan dengan kasus pneumonia balita dan jika *hotspot* atau kantong pneumonia balita suatu wilayah sudah terdeteksi maka informasi tersebut dapat dibuat menjadi peta kerawanan wilayah terjadinya kasus pneumonia balita.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Laporan Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Kota Surabaya dan Laporan Surabaya Dalam Angka Badan Pusat Statistika Kota Surabaya Tahun 2014. Dikarenakan data penelitian merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil survei Dinkes dan BPS, maka diasumsikan bahwa alat ukur (kuisioner) telah tervalidasi oleh petugas berwenang sehingga kuisioner telah terisi dengan benar.

Unit analisis dalam penelitian adalah kecamatan-kecamatan di Kota Surabaya yang berjumlah 31. Berikut adalah kecamatan-kecamatan di Kota Surabaya.

**Tabel 3.1** Kecamatan di Kota Surabaya

Kode	Kecamatan	Kode	Kecamatan
010	Karang Pilang	160	Sukomanunggal
020	Jambangan	170	Sawahan
030	Gayungan	180	Tegal Sari
040	Wonocolo	190	Genteng
050	Tenggilis Mejoyo	200	Tambak Sari
060	Gunung Anyar	210	Kenjeran
070	Rungkut	211	Bulak
080	Sukolilo	220	Simokerto
090	Mulyorejo	230	Semampir
100	Gubeng	240	Pabean Cantikan
110	Wonokromo	250	Bubutan
120	Dukuh Pakis	260	Krembangan
130	Wiyung	270	Asem Rowo
140	Lakarsantri	280	Benowo
141	Sambikerep	281	Pakal
150	Tandes		

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel respon dan variabel prediktor. Berikut adalah variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian.

**Tabel 3.2** Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Tipe Variabel
$Y$	Jumlah kasus Pneumonia Balita	Diskrit
$X_1$	Persentase balita gizi buruk	Kontinyu
$X_2$	Persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali	Kontinyu
$X_3$	Persentase cakupan pelayanan anak balita	Kontinyu
$X_4$	Kepadatan penduduk	Kontinyu
$X_5$	Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS)	Kontinyu
$X_6$	Persentase rumah sehat	Kontinyu
$X_7$	Persentase rumah tangga miskin	Kontinyu

Berikut merupakan definisi operasional variabel yang digunakan dalam penelitian (Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI, 2011).

1. Kasus Pneumonia Balita ( $Y$ )

Jumlah kasus pneumonia balita di kecamatan Kota Surabaya tahun 2013.

2. Persentase balita gizi buruk ( $X_1$ )

Hasil bagi antara jumlah balita gizi buruk yang ditemukan di kecamatan Kota Surabaya dalam kurun waktu tertentu dengan jumlah seluruh balita dalam periode waktu yang sama dikalikan 100%.

3. Persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali ( $X_2$ )

Hasil bagi antara jumlah balita yang mendapatkan suplementasi A dua kali pada waktu tertentu dengan jumlah



balita dalam kurun waktu yang sama di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100%.

4. Persentase cakupan pelayanan balita ( $X_3$ )

Hasil bagi antara jumlah balita yang memperoleh pelayanan pemantauan pertumbuhan minimal 8 kali setahun pada waktu tertentu dengan jumlah seluruh balita dalam kurun waktu yang sama di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100%.

Pelayanan pemantauan pertumbuhan dilaksanakan melalui pelayanan SDIDTK minimal 2 kali pertahun (setiap 6 bulan) dan tercatat pada Kohort Anak Balita dan Prasekolah atau pencatatan pelaporan lainnya. Pelayanan SDIDTK dilaksanakan oleh tenaga kesehatan, ahli gizi, penyuluh kesehatan masyarakat dan petugas sektor lain yang dalam menjalankan tugasnya melakukan stimulasi deteksi intervensi dini tumbuh kembang

5. Kepadatan penduduk ( $X_4$ )

Hasil bagi dari jumlah penduduk terhadap luas wilayah di setiap kecamatan Kota Surabaya dalam satuan (orang/km<sup>2</sup>).

6. Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) ( $X_5$ )

Hasil bagi antara jumlah rumah tangga yang berperilaku melaksanakan 10 indikator PHBS pada kurun waktu tertentu dengan jumlah rumah tangga yang diperiksa pada kurun waktu yang sama di kecamatan Kota Surabaya dikalikan dengan 100%.

Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) adalah semua perilaku kesehatan yang dilakukan atas kesadaran semua anggota keluarga dan masyarakat. PHBS sangat diperlukan karena dapat mencegah dan menanggulangi penyakit dan masalah kesehatan lainnya. Indikator PHBS antara lain persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan, memberi bayi ASI eksklusif, menimbang balita setiap balita, menggunakan air bersih, mencuci tangan pakai sabun, menggunakan jamban sehat, memberantas jentik di rumah sekali seminggu, makan



buah dan sayur setiap hari, melakukan aktifitas fisik setiap hari dan tidak merokok dalam rumah.

7. Persentase rumah sehat ( $X_6$ )

Hasil bagi antara rumah kategori sehat pada kurun waktu tertentu dengan jumlah rumah yang diperiksa pada kurun waktu yang sama di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100%.

Rumah sehat adalah bangunan rumah tinggal yang memenuhi syarat kesehatan yaitu rumah yang memiliki jamban sehat, sarana air bersih, tempat pembuangan sampah, sarana pembuangan air limbah, ventilasi rumah yang baik, kepadatan hunian rumah yang sesuai dan lantai rumah yang tidak terbuat dari tanah (Kepmenkes no. 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan).

8. Persentase rumah tangga miskin ( $X_7$ )

Hasil bagi antara jumlah rumah tangga miskin terhadap jumlah rumah tangga seluruhnya di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100%.

### 3.3 Struktur Data

Berikut adalah struktur data yang akan digunakan dalam penelitian.

**Tabel 3.3** Struktur Data

Kecamatan	$u^{*)}$	$v^{*)}$	Variabel				
			$Y$	$X_1$	$X_2$	...	$X_7$
1	$u_1$	$v_1$	$Y_1$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	...	$X_{1,7}$
2	$u_2$	$v_1$	$Y_2$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	...	$X_{2,7}$
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
31	$u_{31}$	$v_{31}$	$Y_{31}$	$X_{31,1}$	$X_{31,2}$	...	$X_{31,7}$

$^{*)}u_i$  : Lintang (*longitude*) kecamatan ke-i

$^{*)}v_i$  : Bujur (*latitude*) kecamatan ke-i

### 3.4 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis untuk menyelesaikan setiap permasalahan penelitian adalah sebagai berikut.

A. Langkah-langkah mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya adalah sebagai berikut.

1. Mengambil data terkait penyakit pneumonia balita sebagai variabel respon dan 7 variabel prediktor serta data spasial yang berupa titik koordinat masing-masing kecamatan di Kota Surabaya.
2. Mendeskripsikan variabel respon dan variabel prediktor, meliputi rata-rata, varians, nilai minimum, nilai maksimum dan peta tematik.
3. Pemeriksaan multikolinearitas antar variabel prediktor menggunakan *Variance Inflation Factor* (VIF) dan menganalisis korelasi antar variabel prediktor dengan matriks korelasi.
4. Menganalisis model regresi poisson dengan langkah sebagai berikut :
  - a. Menaksir parameter model regresi poisson.
  - b. Melakukan pengujian signifikansi parameter model regresi poisson secara serentak dan parsial.
  - c. Menginterpretasikan hasil model regresi poisson.
  - d. Melakukan pemeriksaan adanya kasus *under* atau *over dispersion*.
5. Menganalisis model regresi *Generalized Poisson* (GPR) dengan langkah sebagai berikut :
  - a. Menaksir parameter model GPR
  - b. Menguji signifikansi parameter model GPR secara serentak dan parsial.
  - c. Menginterpretasikan hasil model GPR.
6. Menguji aspek data spasial.
7. Menganalisis model GWPR dengan langkah berikut :
  - a. Menentukan  $(u_i, v_i)$  berdasarkan garis lintang selatan dan bujur timur untuk setiap kecamatan.

- b. Menentukan *bandwidth* optimum berdasarkan jarak lokasi pusat dengan tetangga terdekat dengan menggunakan *Cross Validation* (CV).
  - c. Menghitung jarak *euclidean* antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi letak geografis. Jarak *Euclidean* antara lokasi ke- $i$  yang terletak pada koordinat  $(u_i, v_i)$  terhadap lokasi  $j$  yang terletak pada koordinat  $(u_j, v_j)$  diperoleh menggunakan persamaan berikut.
 
$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$$
  - d. Mengurutkan jarak *euclidean* dari seluruh lokasi terhadap suatu lokasi  $i$  sehingga diperoleh urutan tetangga terdekat (*nearest neighbor*) dari lokasi  $i$ . Pengurutan jarak *euclidean* dilakukan untuk  $i = 1, 2, \dots, n$  sampai diperoleh urutan tetangga terdekat untuk seluruh lokasi.
  - e. Menghitung matriks pembobot dengan menggunakan fungsi pembobot kernel yaitu memasukkan jarak *euclidean* dan *bandwidth* ke dalam fungsi kernel untuk  $i = 1, 2, \dots, n$  yang merupakan elemen diagonal dari matriks pembobot lokasi  $i$  yaitu  $W(u_i, v_i)$ . Perhitungan matriks pembobot tersebut dilakukan untuk  $i = 1, 2, \dots, n$ .
  - f. Menaksir parameter model GWPR.
  - g. Menguji kesamaan model poisson dengan model GWPR dan menguji signifikansi parameter model regresi GWPR secara serentak dan parsial.
  - h. Menginterpretasikan hasil.
8. Membandingkan nilai AIC dari regresi poisson, GPR dan GWPR. Model yang terpilih adalah memiliki nilai AIC terkecil.



B. Langkah-langkah untuk mendeteksi kantong-kantong kasus pneumonia balita pada tingkat kecamatan di Kota Surabaya dengan pendekatan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* sebagai berikut :

1. Mengambil data jumlah kasus pneumonia balita per kecamatan sebagai kasus dan jumlah balita per kecamatan sebagai populasi. Selain itu mengambil data spasial yang berupa titik koordinat masing-masing kecamatan.
2. Membuat prediksi jumlah kasus pneumonia balita per kecamatan ( $\hat{y}_i$ ) berdasarkan model terpilih pada langkah (A8).
3. Mengidentifikasi kandidat *cluster/hotspot* dengan algoritma yang ada di metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*. Penentuan *pre-set maximum number* mengacu pada *pre-set maximum number* yang digunakan pada metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.
4. Menghitung jumlah populasi dan jumlah kasus untuk setiap *cluster*.
5. Menghitung *log likelihood function* dari setiap *cluster* kemudian menguji signifikansi *cluster* dengan simulasi *Monte Carlo* untuk mendapatkan *p-value*.
6. Menghitung resiko relatif untuk setiap *cluster*.
7. Membuat peta kantong kasus pneumonia balita berdasarkan *cluster* yang signifikan pada  $\alpha$  sebesar 0,10.
8. Menginterpretasikan hasil dengan membuat deskripsi kantong kasus pneumonia balita sehingga diperoleh prioritas lokasi pengendalian penyakit dan faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi kasus di wilayah kantong-kantong.

*Software* yang mendukung untuk mencapai tujuan dari penelitian adalah *Arcview*, *GWR 4.0*, *R*, *SAS* dan *Flexscan v3.1.2*.





## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini membahas analisis dalam penyelesaian permasalahan yang telah dipaparkan pada sebelumnya.

#### **4.1 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita di Kota Surabaya**

##### **4.1.1 Deskripsi dan Pemetaan Variabel Penelitian**

Gambaran mengenai kasus pneumonia balita beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya, dapat melihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

<b>Variabel</b>	<b>Rata-rata</b>	<b>Varians</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>
$Y$	128,7	27362	7	684
$X_1$	1,0629	0,2342	0,36	2,17
$X_2$	87,90	118,59	45,64	100
$X_3$	77,20	223,81	35,59	100
$X_4$	11344	51377464	2189,6	31193,82
$X_5$	69,81	220,33	34,26	91,61
$X_6$	80,93	90,74	55,43	100
$X_7$	10,644	30,033	4,870	28,00

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya tahun 2013 sebesar 128,7 $\approx$ 129 kasus, dengan jumlah kasus pneumonia balita tertinggi terdapat di Kecamatan Tambaksari yaitu sebesar 684 kasus sedangkan jumlah kasus terendah di Kecamatan Pakal dan Gunung Anyar sebesar 7 kasus dan keragaman data sebesar 27362. Pada variabel persentase balita gizi buruk ( $X_1$ ) menunjukkan bahwa rata-rata persentase balita gizi buruk di Kota Surabaya tahun 2013 sebesar 1,0629 dengan keragaman sebesar 0,2342 dimana persentase tertinggi di Kecamatan Genteng sebesar 2,17 persen sedangkan terendah di Kecamatan Tambaksari sebesar 0,36 persen.

Rata-rata balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali ( $X_2$ ) di Kota Surabaya Tahun 2013 sebesar 87,9 persen dengan persentase terendah yaitu di Kecamatan Benowo sebesar 45,64 persen sedangkan terendah di Kecamatan Genteng dan Pakal sebesar 100 persen. Persentase pelayanan balita gizi buruk ( $X_3$ ) di Kota Surabaya tahun 2013 memiliki rata-rata sebesar 77,2 persen dengan tertinggi di Kecamatan Benowo sebesar 100 persen dan terendah di Kecamatan Karangpilang sebesar 35,29 persen.

Kecamatan yang memiliki persentase PHBS ( $X_5$ ) persentase tertinggi adalah Kecamatan Gunung Anyar sebesar 91,61 dan persentase terendah adalah Kecamatan Wonokromo sebesar 34,26 persen. Sedangkan kecamatan yang memiliki persentase rumah sehat ( $X_6$ ) tertinggi yaitu Kecamatan Gunung Anyar sebesar 100 persen dan terendah adalah Kecamatan Benowo sebesar 55,43 persen. Hal ini menunjukkan upaya pembangunan kesehatan di Kota Surabaya semakin baik dikarenakan adanya kecamatan yang mencapai batas maksimum yaitu sebesar 100 persen, namun perlu pengawasan lagi dikarenakan terdapat kecamatan memiliki persentase dibawah rata-rata.

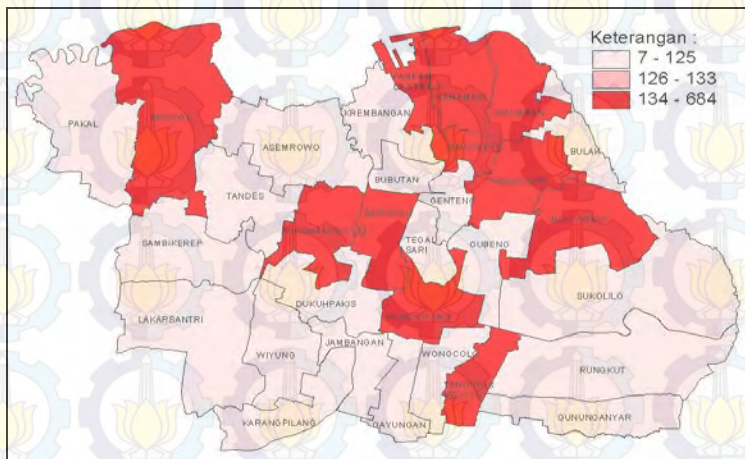
Kota Surabaya merupakan kota metropolitan dengan jumlah penduduk yang besar, dimana kepadatan penduduk ( $X_4$ ) tertinggi adalah Kecamatan Simokerto sebesar 31193,82 jiwa per  $\text{km}^2$  dan terendah di Kecamatan Pakal sebesar 2189,6 jiwa per  $\text{km}^2$ . Meskipun upaya pembangunan semakin baik, tidak terlepas dengan masih adanya rumah tangga miskin ( $X_7$ ) dengan persentase tertinggi adalah Kecamatan Semampir sebesar 28 persen dan terendah yaitu Kecamatan Tenggiling Mejoyo sebesar 4,87 persen.

Pemetaan jumlah kasus pneumonia balita dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Kota Surabaya tahun 2013 ditampilkan dalam bentuk peta tematik menggunakan *Arctview GIS 3.3*. Berikut adalah hasil pemetaan dari masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian.



**a. Jumlah Kasus Pneumonia Balita (Y)**

Data jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya adalah data *count*. Kota Surabaya merupakan salah satu kabupaten/kota di Jawa Timur yang memiliki jumlah kasus pneumonia. Jumlah Kasus pneumonia balita di Kota Surabaya Tahun 2013 sebanyak 4.665 kasus. Pemetaan kasus pneumonia balita di Jawa Timur Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.1



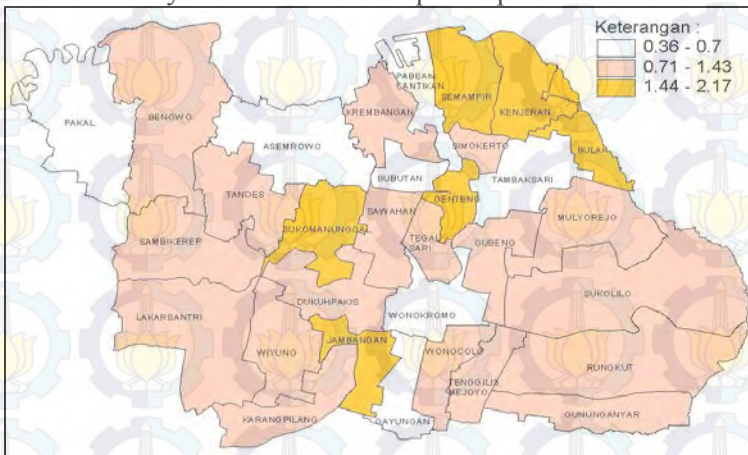
**Gambar 4.1** Pemetaan Jumlah Kasus Pneumonia Balita

Gambar 4.1 menggambarkan bahwa kecamatan yang memiliki jumlah kasus pneumonia balita antara 134 sampai 684 kasus adalah Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Wonokromo, Sawahan, Sukomanunggal, Benowo, Mulyorejo, Tambaksari, Simokerto, Kenjeran, Semampir dan Pabean Cantikan. Dengan jumlah kasus tertinggi di Kecamatan Tambaksari, tingginya jumlah kasus dikarenakan kondisi kepadatan di kecamatan tersebut, dimana jumlah penduduk yang besar akan mendorong peningkatan jumlah populasi balita yang besar. Kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas wilayah memunculkan area yang sifatnya kumuh tidak beraturan, sehingga

berdampak munculnya masalah kesehatan khususnya bagi balita yaitu pneumonia.

**b. Persentase Balita Gizi Buruk ( $X_1$ )**

Gizi buruk adalah keadaan kurang zat gizi tingkat berat yang disebabkan oleh rendahnya konsumsi energi dan protein dalam waktu cukup lama yang ditandai dengan berat badan menurut umur (BB/U) yang berada pada  $< -2$  SD sampai  $\geq -3$ SD tabel baku WHO-NHCS (Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI, 2011). Gambaran mengenai kondisi persentase balita gizi buruk di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.2



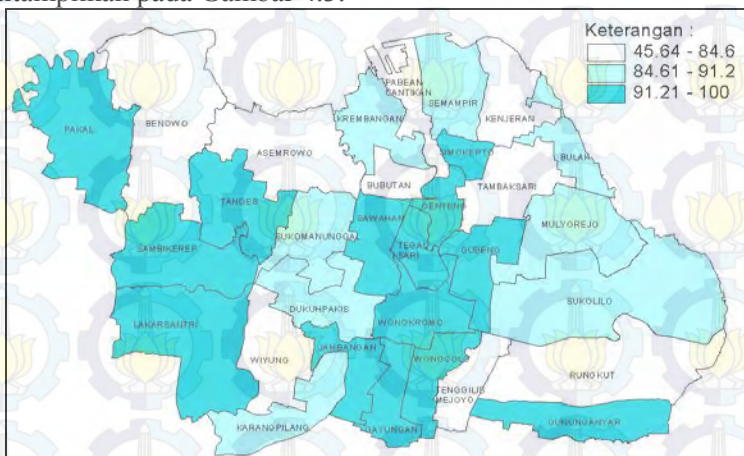
**Gambar 4.2** Pemetaan Persentase Balita Gizi Buruk

Gambar 4.2 menggambarkan bahwa terdapat kecamatan memiliki balita gizi buruk antara 1,44 persen sampai 2,17 persen yaitu Kecamatan Jambangan, Kecamatan Sukomanunggal, Kecamatan Genteng, Kecamatan Kenjeran, Kecamatan Semampir dan Kecamatan Bulak. Dengan persentase balita gizi buruk tertinggi di Kecamatan Genteng yaitu 2,17 persen, hal ini menandakan rendahnya pemahaman orang tua terkait makanan sehat bagi balita dan tingginya persentase rumah tangga miskin di kecamatan tersebut (dapat dilihat pada Gambar 4.8), dimana

kondisi kemiskinan membuat asupan bagi balita tidak dapat terpenuhi.

**c. Persentase Balita yang Mendapatkan Suplementasi Vitamin A Dua Kali ( $X_2$ )**

Balita mendapat kapsul vitamin A dosis tinggi 200 $\mu$ A 2 kali per tahun dengan pemberian vitamin A dilaksanakan pada bulan Februari dan Agustus (Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI, 2011). Pemetaan mengenai gambaran balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Pemetaan Persentase Suplementasi Vitamin A 2x

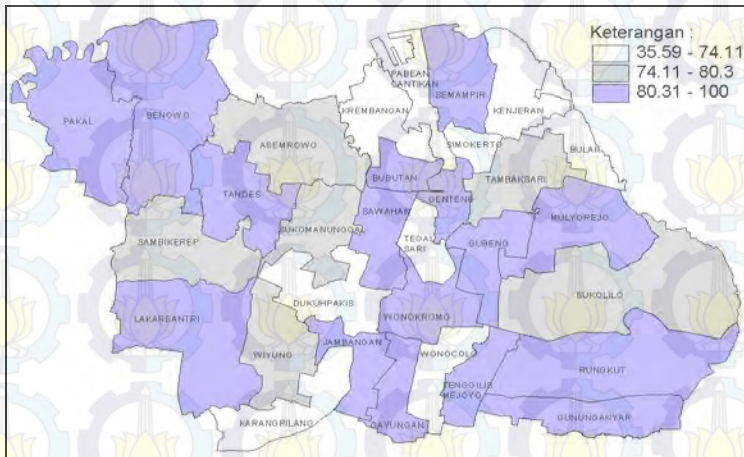
Gambar 4.3 menggambarkan bahwa terdapat kecamatan memiliki persentase rendah sebesar 45,64 persen sampai 84,6 persen antara lain Kecamatan Benowo, Asemrowo, Tenggilis Mejoyo, Wiyung, Rungkut, Bubutan, Tambaksari, Pabean Cantikan dan Kenjeran. Hal ini perlu diperhatikan dikarenakan pemberian vitamin A dua kali dapat membuat balita tidak mudah terserang penyakit.

**d. Persentase Cakupan Pelayanan Balita ( $X_3$ )**

Cakupan pelayanan balita adalah balita memperoleh pelayanan pemantauan pertumbuhan minimal 8 kali pada kurun



waktu tertentu. Pemantauan pertumbuhan yaitu pengukuran berat badan tertinggi/panjang badan (BB/TB), ditingkat masyarakat pemantauan pertumbuhan adalah pengukuran berat badan per umur (BB/U) setiap bulan di Posyandu (Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI, 2011). Gambaran mengenai persentase cakupan pelayanan balita di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.4.



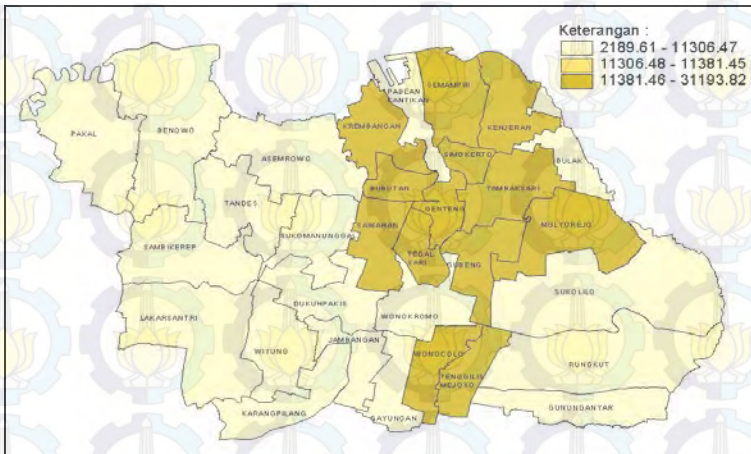
**Gambar 4.4** Pemetaan Persentase Cakupan Pelayanan Balita

Gambar 4.4 menggambarkan bahwa terdapat 16 kecamatan yang termasuk dalam 80,31 persen sampai 100 persen, berarti ini menunjukkan kondisi yang baik dikarenakan banyaknya balita yang ikut serta dalam pelayanan balita. Namun terdapat kecamatan dengan persentase 35,59 persen, hal ini menunjukkan tingkat kesadaran megikutsertakan balita dalam pelayanan balita masih kurang dikarenakan kurangnya informasi mengetahui pentingnya pelayanan kesehatan bagi balita.

**e. Kepadatan Penduduk ( $X_4$ )**

Kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas wilayah memunculkan area yang sifatnya kumuh tidak beraturan, sehingga berdampak munculnya masalah kesehatan khususnya bagi balita yaitu pneumonia. Pemetaan mengenai gambaran

kepadatan penduduk di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.5.

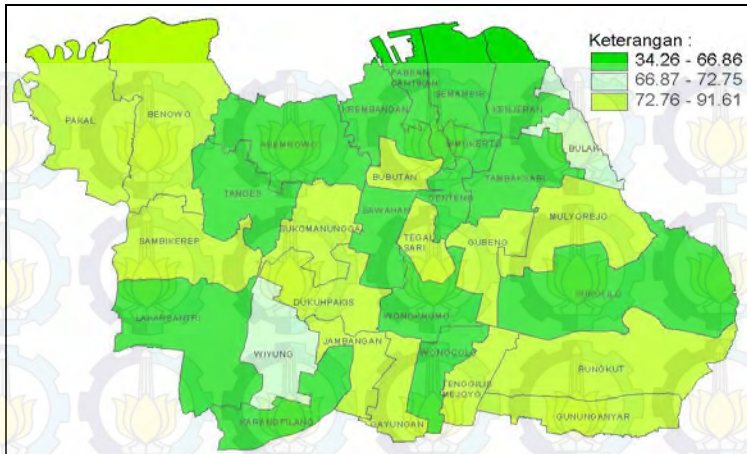


**Gambar 4.5** Pemetaan Kepadatan Penduduk

Gambar 4.5 menginformasikan bahwa kecamatan yang memiliki kepadatan penduduk tinggi sebesar 11381,46 sampai 31193,82 adalah Kecamatan Semampir, Kenjeran, Simokerto, Tambaksari, Mulyorejo, Gubeng, Tenggilis Mejoyo, Wonocolo, Tegalsari, Sawahan, Bubutan, Krembangan dan Genteng. Kondisi penduduk perlu diperhatikan dikarenakan kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas wilayah akan memunculkan area yang sifatnya kumuh, sehingga berdampak munculnya masalah kesehatan.

#### **f. Persentase Rumah Tangga ber-PHBS ( $X_5$ )**

Kondisi lingkungan yang baik dan dilaksanakannya perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) mencegah berkembangnya vektor penyakit. Gambaran kondisi PHBS di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Pemetaan Persentase PHBS

Hal yang menjadi masalah adalah ketika terdapat kecamatan dengan kondisi rumah tangga ber-PHBS rendah, terlihat dari Gambar 4.6 menunjukkan bahwa terdapat 15 kecamatan dalam kondisi PHBS antara 34,26 persen sampai 66,86 persen yaitu kecamatan yang digambarkan dengan warna hijau tua. Hal ini menunjukkan bahwa di wilayah tersebut masih banyak rumah tangga kurang sadar dalam melaksanakan 10 indikator PHBS, sehingga dapat berdampak berkembangnya vektor penyakit khususnya penyakit yang menyerang balita.

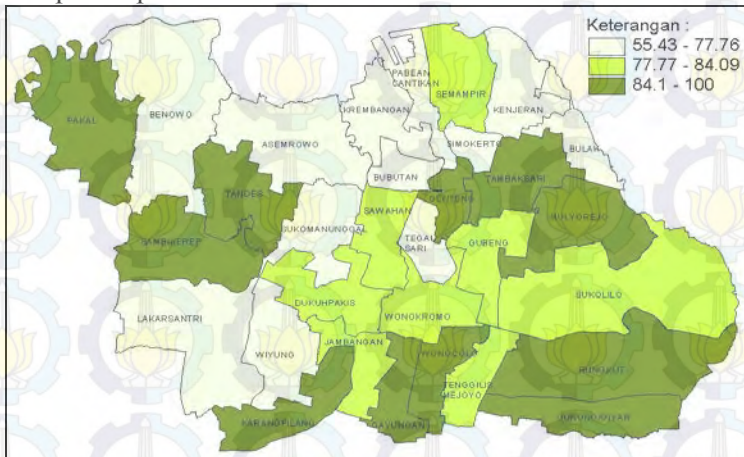
Sedangkan kecamatan yang memiliki persentase PHBS antara 72,76 persen sampai 91,61 persen menandakan bahwa mayoritas rumah tangga di wilayah yang masuk dalam kategori tersebut sudah melaksanakan 10 indikator PHBS.

#### **g. Persentase Rumah Sehat ( $X_6$ )**

Rumah sehat adalah bangunan rumah tinggal yang memenuhi syarat kesehatan yaitu rumah yang memiliki jamban sehat, sarana air bersih, tempat pembuangan sampah, sarana pembuangan air limbah, ventilasi rumah yang baik, kepadatan hunian rumah yang sesuai dan lantai rumah yang tidak terbuat dari tanah. Gambaran



kondisi kepemilikan rumah sehat di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Pemetaan Persentase Rumah Sehat

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa 12 kecamatan memiliki rumah sehat antara 55,43 persen sampai 77,76 persen yaitu Kecamatan Benowo, Kecamatan Asem Rowo, Kecamatan Sukomanunggal, Kecamatan Krembangan, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Tegal Sari, Kecamatan Pabean Cantikan, Kecamatan Kenjeran, Kecamatan Lakarsantri, Kecamatan Bulak Kecamatan Lakarsantri dan Kecamatan Wiyung, hal ini menunjukkan bahwa di wilayah tersebut masih banyak rumah belum memenuhi status kriteria rumah sehat.

#### **h. Persentase Rumah Tangga Miskin ( $X_7$ )**

Badan Pusat Statistika (BPS) menetapkan kemiskinan di Indonesia terdiri dari 14 indikator, yaitu luas lantai rumah, jenis lantai rumah, jenis dinding rumah, fasilitas buang air besar, sumber air minum, penerangan yang digunakan, bahan bakar yang digunakan, frekuensi makan dalam sehari, kebiasaan membeli daging/ayam/susu, kemampuan membeli pakaian, kemampuan berobat ke puskesmas, lapangan pekerjaan kepala rumah tangga, dan pendidikan kepala rumah tangga, serta



dengan kriteria nilai VIF. Berikut merupakan nilai VIF masing-masing variabel prediktor.

**Tabel 4.2** Nilai VIF

Variabel	VIF	Variabel	VIF
$X_1$	1,059	$X_5$	1,211
$X_2$	1,755	$X_6$	1,837
$X_3$	1,125	$X_7$	1,565
$X_4$	1,402		

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa tidak terdapat kasus multikolinearitas, dikarenakan nilai VIF dari semua variabel prediktor kurang dari 10.

**Tabel 4.3** Matriks Korelasi antar Variabel Prediktor

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$
$X_2$	-0,038					
$X_3$	-0,028	-0,081				
$X_4$	0,134	0,146	-0,121			
$X_5$	-0,002	-0,040	0,292	-0,045		
$X_6$	-0,169	0,607	0,086	-0,071	0,13	
$X_7$	0,165	0,046	-0,185	0,501	-0,298	-0,217

Berdasarkan Tabel 4.3 didapatkan nilai korelasi *pearson* ( $r_{ij}$ ) bernilai positif, hal ini menunjukkan adanya hubungan berbanding lurus pada dua variabel. Sedangkan jika bernilai negatif, hal ini menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Selain itu dapat diketahui bahwa antar variabel prediktor menghasilkan nilai korelasi *pearson* ( $r_{ij}$ ) tidak mendekati 1, hal ini menunjukkan bahwa kedua variabel tidak memiliki hubungan yang erat.

#### 4.1.3 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan Regresi Poisson

Setelah dilakukan pemeriksaan multikolinearitas dan diperoleh hasil bahwa tidak terdapat korelasi yang tinggi antar variabel prediktor, maka dapat dilanjutkan pada langkah



selanjutnya yaitu analisis regresi poisson. Data jumlah kasus pneumonia balita merupakan data *count* sehingga metode yang sesuai adalah regresi poisson. Berikut adalah hasil estimasi parameter model regresi poisson.

**Tabel 4.4** Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z <sub>hitung</sub>
$\beta_0$	8,136519	0,211189	38,52721
$\beta_1$	0,400273	0,031767	12,60021
$\beta_2$	-0,064560	0,002076	-31,09920
$\beta_3$	0,011696	0,001249	9,366977
$\beta_4$	0,000118	0,000003	43,11707
$\beta_5$	-0,034930	0,001472	-23,72680
$\beta_6$	0,026463	0,002619	10,10314
$\beta_7$	-0,038830	0,003314	-11,7169
Devians : 1711,4			
AIC : 1727,4			

<sup>\*)</sup> signifikan pada  $\alpha=0,1$

Berikut adalah pembahasan pengujian parameter model secara serentak maupun parsial pada regresi poisson.

#### **a. Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Secara Serentak**

Pengujian secara serentak bertujuan untuk mengetahui apakah secara serentak variabel prediktor memberikan pengaruh terhadap variabel respon. Berikut adalah hipotesis pengujian parameter secara serentak.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_7 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,7$$

Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa dari hasil analisis diperoleh nilai devians sebesar 1711,4, hal ini berarti nilai devians lebih besar dari  $\chi^2_{(0,1;7)}$  sebesar 12,017. Sehingga diperoleh keputusan tolak  $H_0$  yang artinya minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model.

#### **b. Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Secara Parsial**

Setelah dilakukan pengujian parameter secara serentak, maka langkah selanjutnya adalah pengujian parameter secara parsial

untuk mengetahui variabel mana saja yang berpengaruh terhadap model. Berikut adalah hipotesis pengujian secara parsial dalam model regresi poisson.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,7$$

Pengujian ini menggunakan statistik uji  $|Z_{hitung}|$  yang kemudian dibandingkan dengan  $Z_{tabel}$ , dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 0,1 maka nilai  $Z_{(0,05)}$  sebesar 1,64. Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa  $|Z_{hitung}|$  masing-masing parameter lebih dari  $Z_{(0,05)}=1,64$ , berarti keputusannya adalah tolak  $H_0$ . Jadi semua variabel secara individu memberikan pengaruh terhadap model. Sehingga model regresi poisson sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(8,136519 + 0,400273X_1 - 0,06456X_2 + 0,011696X_3 + 0,000118X_4 - 0,034930X_5 + 0,026463X_6 - 0,038830X_7)$$

Dari model regresi poisson dapat diketahui bahwa setiap kenaikan satu persen balita gizi buruk ( $X_1$ ), maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus pneumonia balita sebesar  $\exp(0,400273) = 1,5 \approx 2$  kasus dengan syarat semua variabel konstan, selain itu interpretasi yang sama untuk persentase cakupan pelayanan anak balita ( $X_3$ ), kepadatan penduduk ( $X_4$ ) dan persentase rumah sehat ( $X_6$ ).

Jika persentase rumah tangga yang berperilaku PHBS ( $X_5$ ) meningkat satu persen, maka rata-rata jumlah kasus pneumonia balita akan turun sebesar  $\exp(0,034930) = 1,04 \approx 1$  kasus dengan syarat semua variabel konstan dan interpretasi yang sama untuk persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali ( $X_2$ ) dan persentase rumah tangga miskin ( $X_7$ ).

#### 4.1.4 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan GPR

Dalam regresi poisson terdapat asumsi yang harus terpenuhi yaitu rata-rata dan varians harus sama (*equidispersion*). Kondisi *equidispersion* sulit terpenuhi, pada umumnya sering terjadi kasus *overdispersion* atau *underdispersion*. Oleh karena

itu, dilakukan pemeriksaan *overdispersion*. Salah satu cara untuk mendeteksi kondisi *overdispersion* yaitu membagi nilai devians pada model regresi poisson dengan derajat bebasnya. Dikatakan *overdispersion* jika nilai devians dibagi derajat bebasnya menghasilkan nilai lebih dari 1, sedangkan dikatakan *underdispersion* jika nilai devians dibagi derajat bebasnya menghasilkan nilai kurang dari 1.

Dari pemodelan regresi poisson diperoleh nilai devians sebesar 1711,4 dengan derajat bebas adalah 7, sehingga nilai devians dibagi derajat bebas menghasilkan nilai lebih dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi *overdispersion*. Oleh karena itu, salah satu metode yang sesuai digunakan adalah *Generalized Poisson Regression* (GPR).

**Tabel 4.5** Estimasi Parameter Model GPR

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z <sub>hitung</sub>	P-value
$\beta_0$	3,8014	6,6045	0,58	0,5691
$\beta_1$	0,7159	1,2444	0,58	0,5692
$\beta_2$	- 0,06852	0,03479	-1,97	0,0579 <sup>*)</sup>
$\beta_3$	0,01776	0,01676	1,06	0,2975
$\beta_4$	0,000074	0,000041	1,82	0,0780 <sup>*)</sup>
$\beta_5$	- 0,01919	0,01413	-1,36	0,1844
$\beta_6$	0,05658	0,06699	0,84	0,4048
$\beta_7$	0,05648	0,1094	0,52	0,6092
$\theta$	0,09421	0,01533	6,15	<0,0001
Devians : 344,1				
AIC : 362,1				

<sup>\*)</sup> signifikan pada  $\alpha=0,1$

Berikut adalah pembahasan pengujian parameter model secara serentak maupun parsial pada GPR.

#### a. Pengujian Parameter Model GPR Secara Serentak

Hipotesis pengujian parameter secara serentak adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_7 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,7$$

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa dari hasil analisis diperoleh nilai devians sebesar 344,1. Hal ini berarti nilai devians lebih



besar dari  $\chi^2_{(0,1;7)}$  sebesar 12,017. Sehingga diperoleh keputusan tolak  $H_0$  artinya minimal ada satu variabel yang berpengaruh terhadap model.

#### **b. Pengujian Parameter Model GPR Secara Parsial**

Hipotesis pengujian parameter secara parsial sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,7$$

Parameter dikatakan berpengaruh jika nilai  $|Z_{hitung}|$  lebih besar dari  $Z_{\alpha/2}$ , dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 0,1 maka nilai  $Z_{(0,05)}$  adalah 1,64. Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh adalah persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali ( $X_2$ ) dan kepadatan penduduk ( $X_4$ ) sehingga diperoleh model sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(3,8014 + 0,7159X_1 - 0,06852X_2 + 0,01776X_3 + 0,000074X_4 - 0,01919X_5 + 0,0558X_6 + 0,05648X_7)$$

#### **4.1.5 Pengujian Aspek Data Spasial**

Sebelum dilakukan pemodelan pada data jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya menggunakan GWPR, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian aspek data spasial. Pengujian aspek data spasial menggunakan uji *Morans'I* dan uji *Breusch-Pagan*. Dalam pengujian aspek data spasial menggunakan  $\alpha$  sebesar 10%. Berikut adalah hasil pengujian aspek data spasial.

##### **a. Uji Morans'I**

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Berikut adalah hipotesis pengujian Morans'I.

$$H_0 : I = 0 \text{ (Tidak terdapat dependensi spasial)}$$

$$H_1 : I \neq 0 \text{ (Terdapat dependensi spasial)}$$

Hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 6, pengujian diperoleh *p-value* sebesar 0,000. Sehingga didapatkan kesimpulan

bahwa tolak  $H_0$  karena *p-value* kurang dari  $\alpha$  artinya terdapat dependensi spasial antar wilayah.

**b. Uji Breusch-Pagan**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat kekhasan pada setiap lokasi pengamatan, sehingga parameter regresi yang dihasilkan berbeda-beda secara spasial. Berikut adalah hipotesis pengujian *Breusch-Pagan*.

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{31}^2 = \sigma^2$  (Varians antar lokasi sama)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$  (Varians antar lokasi berbeda)

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai *BP test* sebesar 15,191 dan *p-value* sebesar 0,0336 (Lampiran 6). Jika nilai BP dibandingkan dengan nilai  $\chi^2_{(0,1;7)}$  sebesar 12,017 maka nilai BP lebih besar dari nilai  $\chi^2_{(0,1;7)}$ , selain itu jika dilihat dari *p-value* maka nilai *p-value* kurang dari  $\alpha$ . Sehingga dapat diperoleh kesimpulan tolak  $H_0$  artinya minimal terdapat keragaman spasial antar wilayah.

Dari pengujian spasial pada data jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya diperoleh hasil bahwa tidak terjadi dependensi spasial dan terdapat keragaman spasial antar wilayah, sehingga dapat dilanjutkan pada metode spasial *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR).

**4.1.6 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan GWPR**

Langkah awal yang dilakukan sebelum melakukan pemodelan GWPR adalah menentukan letak geografis masing-masing kecamatan di Kota Surabaya, menentukan *bandwith* optimum dilanjutkan menentukan jarak ( $d_{ij}$ ) antar kecamatan menggunakan *software R* dapat dilihat pada Lampiran 7. Langkah selanjutnya menghitung matriks pembobot menggunakan *software R* dapat dilihat pada Lampiran 9. Pengujian parameter model GWPR sebagai berikut.

### a. Pengujian Kesamaan Model GWPR dengan Regresi Poisson

Dilakukan untuk mengetahui kebaikan model GWPR dengan model regresi poisson. Uji kesamaan model dilakukan sebelum dilakukan uji parameter secara serentak maupun parsial. Uji kesamaan model dilakukan dengan hipotesis berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

Uji kesamaan model dilakukan menggunakan statistik uji  $F_{hitung}$  yang dibandingkan dengan nilai  $F_{(\alpha; df_A; df_B)}$  dengan taraf signifikansi sebesar 10%. Berikut adalah tabel yang pengujian kesamaan model GWPR dengan regresi poisson.

**Tabel 4.6** Uji Kesamaan Model

Model	Devians	DF	Devians/df	$F_{hitung}$
Global	1711,4	23,000	74,409	1,52
GWPR	248,576	5,086	48,878	

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai  $F_{hitung}$  sebesar 1,52 hal ini berarti nilai  $F_{hitung}$  kurang dari dari  $F_{(0,1;23;5,086)}$  yaitu  $(1,52 < 3,15)$ . Sehingga diperoleh keputusan gagal tolak  $H_0$  dikarenakan  $F_{hitung}$  kurang dari dari  $F_{(0,1;23;5,086)}$ . Hal ini berarti bahwa tidak terdapat perbedaan antara model regresi poisson dengan model GWPR.

### b. Pengujian Parameter Model GWPR Secara Serentak

Dilakukan untuk mengetahui apakah variabel berpengaruh terhadap model dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) = \beta_2(u_1, v_1) = \dots = \beta_j(u_i, v_i) = 0 ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0 ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *GWR 4* didapatkan nilai devians sebesar 248,576 (Lampiran 10). Nilai devians tersebut dibandingkan dengan nilai  $\chi^2_{(0,1;7)}$  sebesar 12,017. Sehingga tolak  $H_0$  dikarenakan nilai devians lebih besar dari  $\chi^2_{(0,1;7)}$ . Hal ini menunjukkan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model.



### c. Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial

Dilakukan untuk mengetahui variabel mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap model dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; j=1,2,\dots,7$$

Berdasarkan hasil pengujian signifikansi parameter dengan *GWR* 4 diperoleh variabel yang berpengaruh untuk tiap kecamatan berbeda-beda. Hasil estimasi GWPR dapat dilihat pada Lampiran 11 sampai Lampiran 14. Variabel dikatakan signifikan terhadap model jika  $|Z_{hitung}|$  lebih besar dari  $Z_{(0,05)}$ , dengan nilai  $Z_{(0,05)}$  yaitu 1,64. Berikut ini merupakan variabel yang signifikan di setiap kecamatan.

**Tabel 4.7** Variabel yang Signifikan di Tiap Kecamatan

Kecamatan	Variabel yang Signifikan
Sukomanunggal	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Tandes	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Asemrowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Benowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
Pakal	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7$
Lakarsantri	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_7$
Sambikerep	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
Genteng	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
Tegalsari	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Bubutan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Simokerto	$X_2, X_3, X_5, X_6$
Pabean Cantikan	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Semampir	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
Krembangan	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Bulak	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Kenjeran	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7$
Tambaksari	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Gubeng	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Rungkut	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Tenggilis	$X_1, X_2, X_3, X_5, X_6, X_7$
Gunung Anyar	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Sukolilo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Mulyorejo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$

**Tabel 4.8** Variabel yang Signifikan di Tiap Kecamatan (Lanjutan)

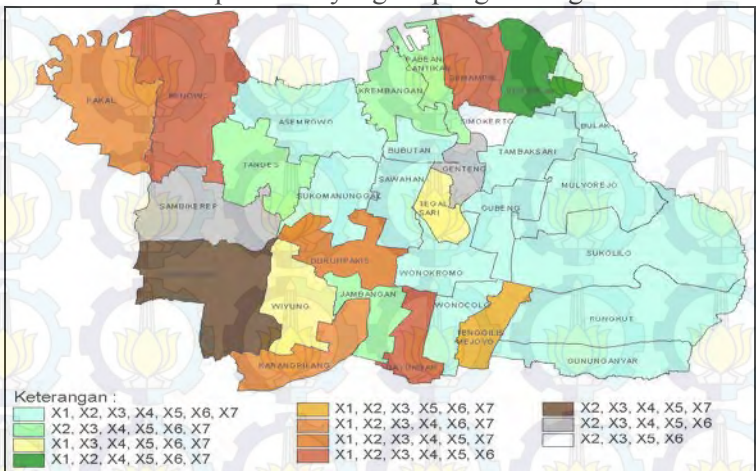
<b>Kecamatan</b>	<b>Variabel yang Signifikan</b>
Sawahan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Wonokromo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Karangpilang	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7$
Dukuh Pakis	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7$
Wiyung	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Gayungan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
Wonocolo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Jambangan	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$

Pengelompokkan kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan kesamaan variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus pneumonia balita dapat dilihat dalam Tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Pengelompokkan Kecamatan Berdasarkan Kesamaan Variabel yang Signifikan

<b>Kel.</b>	<b>Kecamatan</b>	<b>Variabel yang Signifikan</b>
1	Wonocolo, Gunung Anyar, Rungkut, Sukolilo, Mulyorejo, Gubeng, Wonokromo, Sukomanunggal, Sawahan, Tambaksari, Bulak, Bubutan, dan Asemrowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
2	Jambangan, Tandes, Pabean Cantikan dan Krembangan	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
3	Wiyung dan Tegalsari	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
4	Kenjeran	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7$
5	Tenggilis Mejoyo	$X_1, X_2, X_3, X_5, X_6, X_7$
6	Karangpilang dan Pakal	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7$
7	Dukuh Pakis	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7$
8	Gayungan, Semampir dan Benowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
9	Lakarsantri	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_7$
10	Sambikerep dan Genteng	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
11	Simokerto	$X_2, X_3, X_5, X_6$

Pemetaan wilayah kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan kesamaan variabel prediktor yang berpengaruh signifikan.



**Gambar 4.9** Pengelompokan Kecamatan di Kota Surabaya

Sebagai contoh akan ditampilkan pengujian parameter pada wilayah ke – 24 ( $u_{24}, v_{24}$ ) yaitu Kecamatan Simokerto.

**Tabel 4.10** Estimasi Parameter Model GWPR di Kecamatan Simokerto

Parameter	Estimasi	Standart Error	$Z_{hitung}$
$\beta_0$	7,610959	0,776669	9,799491 <sup>*)</sup>
$\beta_1$	0,044173	0,036152	1,221897
$\beta_2$	- 0,09188	0,004905	- 18,733100 <sup>*)</sup>
$\beta_3$	- 0,04432	0,005078	- 8,727860 <sup>*)</sup>
$\beta_4$	0,000011	0,000009	1,345243
$\beta_5$	- 0,02503	0,003885	- 6,442390 <sup>*)</sup>
$\beta_6$	0,129105	0,010271	12,569930 <sup>*)</sup>
$\beta_7$	0,0032	0,004416	0,724609

<sup>\*)</sup> signifikan pada  $\alpha=0,1$

Variabel dikatakan signifikan terhadap model jika  $|Z_{hitung}|$  lebih besar dari 1,64 sehingga dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di Kecamatan Simokerto adalah persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A 2 kali ( $X_2$ ), persentase cakupan pelayanan anak balita ( $X_3$ ), persentase PHBS ( $X_5$ ) dan persentase rumah sehat ( $X_6$ ) maka model yang terbentuk sebagai berikut.



$$\hat{\mu} = \exp(7,61059 + 0,44173X_1 - 0,09188X_2 - 0,04432X_3 + 0,00001X_4 - 0,02503X_5 + 0,129105X_6 + 0,032X_7)$$

Dari model dapat diketahui jika persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali ( $X_2$ ) meningkat satu persen, maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus pneumonia balita sebesar  $\exp(0,09188) = 1,09 \approx 1$  kasus dengan syarat semua variabel konstan. Namun jika persentase cakupan pelayanan anak balita ( $X_3$ ) meningkat satu persen, maka rata-rata jumlah kasus pneumonia balita akan turun sebesar  $\exp(0,04423) = 1,045 \approx 1$  kasus dengan syarat semua variabel konstan. Hal ini sesuai dikarenakan apabila balita mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali dan melakukan cakupan pelayanan anak balita maka kondisi balita akan terpantau kesehatannya serta dengan suplementasi vitamin A maka kekebalan tubuh balita semakin kuat sehingga tidak mudah terserang penyakit khususnya pneumonia.

Setiap penambahan 1 persen rumah tangga yang berperilaku PHBS ( $X_5$ ), maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus pneumonia balita sebesar  $\exp(0,02503) = 1,03 \approx 1$  kasus dengan syarat semua variabel konstan. Hal ini sesuai dikarenakan dengan semakin banyak rumah tangga yang menjalankan perilaku hidup bersih dan sehat maka akan berdampak pada kondisi lingkungan tempat tinggal, sehingga para balita yang tinggal di wilayah dengan kondisi lingkungan bersih dan sehat tidak mudah terserang penyakit khususnya penyakit pneumonia.

Untuk mengetahui model mana yang lebih sesuai untuk menggambarkan kasus pneumonia balita di Kota Surabaya tahun 2013, maka dilakukan perbandingan antara model regresi poisson, *Generalized Poisson Regression* dan GWPR dengan Kriteria AIC. Model yang terbaik adalah menghasilkan nilai AIC terkecil. Berikut adalah hasil nilai AIC dari masing-masing model.

**Tabel 4.11** Perbandingan Nilai AIC

Model	AIC
Regresi Poisson	1727,4
<i>Generalized Poisson Regression</i>	362,1
GWPR	297,23

Tabel 4.11 memberikan kesimpulan bahwa model yang sesuai untuk pemodelan jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya adalah model GWPR, dikarenakan nilai AIC yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan model lainnya. Sehingga untuk analisis *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* maka yang digunakan adalah hasil dari pemodelan GWPR.

#### **4.2 Pendeteksian Kantong Pneumonia Balita Menggunakan Metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic***

Dengan adanya informasi tentang *hotspot* atau kantong pneumonia balita maka dapat diketahui wilayah yang memerlukan perhatian khusus dan prioritas utama dalam upaya menangani masalah kasus pneumonia balita. *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendeteksi kantong atau *hotspot*, dimana dalam penelitian ini wilayah yang terdeteksi sebagai kantong atau *hotspot* disebut sebagai daerah kantong pneumonia balita.

Hasil pendeteksian kantong pneumonia balita dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Gambar 4.11. Jumlah kecamatan setiap kantong dibatasi 15 kecamatan yang berbatasan dan jarak terdekat, serta termasuk desa awal. Pengujian tingkat signifikansi dilakukan dengan teknik simulasi monte carlo dimana pengulangan sebanyak 99, 999 dan 9999 menghasilkan kesimpulan yang sama baik dari sisi jumlah kantong pneumonia balita yang dideteksi maupun resiko relatifnya. Perbedaan hasil hanya pada keakuratan *p-value*. Hasil lengkap untuk pengulangan sebanyak 99 dan 999 dapat dilihat pada Lampiran 18 – 20. Berikut adalah hasil pengujian tingkat signifikansi dengan pengulangan sebanyak 9999.

**Tabel 4.12** Hasil Deteksi Kantong Pneumonia Balita

Kantong Pneumonia Balita	Jumlah Kec.	Jumlah Kasus	Harapan	Resiko Relatif	P-value
1	1	210	90,33	2,32	0,0001
2	1	188	104,41	1,80	0,0001
3	8	2318	1334,68	1,74	0,0001
4	1	93	53,6546	1,73	0,0019

Keterangan :

Kantong Pneumonia Balita : Kumpulan satu atau beberapa kecamatan yang membentuk *hotspot* atau kantong pneumonia balita.

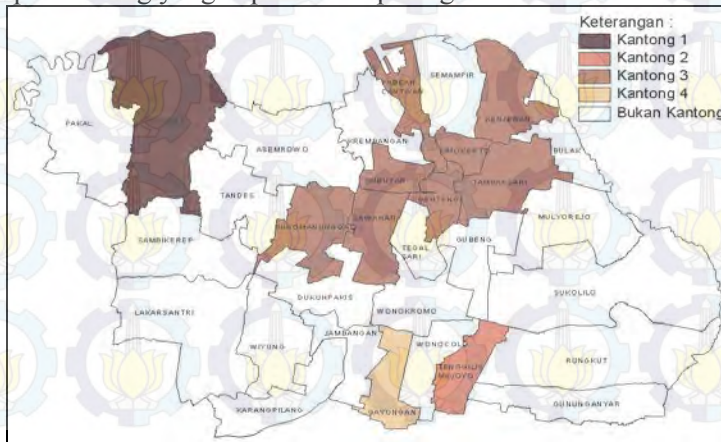
Jumlah Kec. : Jumlah kecamatan dalam satu kantong.

Jumlah Kasus : Jumlah total kasus pneumonia balita dalam satu kantong.

Harapan : Jumlah kasus pneumonia balita yang diharapkan dalam satu kantong.

Resiko Relatif : Nilai resiko relatif di dalam kantong pneumonia balita dibanding nilai resiko relatif di luar kantong, dimana didapatkan dari jumlah kasus dibagi dengan harapan.

Deteksi kasus pneumonia balita di Kota Surabaya menghasilkan empat kantong yang dapat dilihat pada gambar berikut.

**Gambar 4.10** Peta Hasil Deteksi Kantong Pneumonia Balita



Berdasarkan Tabel 4.12 dan Gambar 4.10 diperoleh empat kantong pneumonia balita di Kota Surabaya dengan keterangan untuk setiap kantong sebagai berikut :

1. Kantong pneumonia balita 1 terdiri atas 1 kecamatan yaitu Kecamatan Benowo. Dilihat dari nilai resiko relatif maka kecamatan yang berada dalam kantong 1 memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita 2,32 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 1.
2. Kantong pneumonia balita 2 terdiri atas 1 kecamatan yaitu Kecamatan Tenggilis Mejoyo. Dilihat dari nilai resiko relatif maka kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita 1,80 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 2.
3. Kantong pneumonia balita 3 terdiri atas 8 kecamatan yaitu Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan. Dilihat dari nilai resiko relatif maka kecamatan yang berada di dalam kantong memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita 1,74 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 3.
4. Kantong pneumonia balita 4 terdiri atas 1 kecamatan yaitu Kecamatan Gayungan. Dilihat dari nilai resiko relatif maka kecamatan yang berada di dalam kantong memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita 1,73 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 4.
5. Kecamatan yang berwarna putih merupakan wilayah yang tidak termasuk dalam kantong kasus pneumonia balita, artinya terdapat 20 kecamatan yang memiliki resiko kecil ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil pemodelan GWPR diperoleh bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di tiap kecamatan berbeda-beda, berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan didapatkan pengelompokkan sebanyak 11 kelompok.
2. Hasil deteksi *hotspot* atau kantong pneumonia balita menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* memberikan informasi bahwa terdapat empat kantong pneumonia balita yang menunjukkan bahwa kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko tinggi ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita. Dimana kantong 1 terdiri atas Kecamatan Benowo yang memiliki nilai resiko 2,32 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 1. Kantong 2 terdiri atas Kecamatan Tenggilis Mejoyo yang memiliki nilai resiko 1,80 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 2. Sedangkan kantong 3 terdiri atas Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan yang memiliki nilai resiko 1,74 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 3 dan kantong 4 terdiri atas Kecamatan Gayungan yang memiliki resiko 1,73 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 4. Serta 20 kecamatan lainnya memiliki resiko kecil ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita.

#### **5.2 Saran**

Dengan memperhatikan kesimpulan yang diperoleh, maka terdapat beberapa hal yang dapat disarankan antara lain sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya hasil pemodelan bisa dilanjutkan dengan metode *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR) dikarenakan terjadi kasus *overdispersion* dan terdapat aspek spasial pada data jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya.
2. Bagi Dinas Kesehatan Kota Surabaya sebaiknya memberikan arahan kepada masyarakat mengenai variabel yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita di masing-masing kecamatan sehingga dapat mengurangi jumlah kejadian kasus pneumonia balita di tiap-tiap kecamatan. Selain itu Dinas Kesehatan Kota Surabaya perlu memprioritaskan kecamatan yang berada dalam kantong-kantong kasus pneumonia balita dikarenakan kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko lebih besar ditemukannya kasus pneumonia balita dibandingkan kecamatan yang berada di luar kantong.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Assriyanti, N. (2011). *Perbandingan Analisis Regresi Poisson, Generalized Poisson Regression dan Geographically Weighted Poisson Regression (Studi Kasus: Pemodelan Jumlah Kasus Aids Di Jawa Timur Tahun 2008)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Aulele, S. N. (2010). *Model Geographically Weighted Poisson Regression (Studi Kasus : Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah Tahun 2007)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Barus, B. dan Wiradisastra U.S. (2000). *Sistem Informasi Geografi; Sarana Manajemen Sumberdaya*. Bogor: Laboratorium Pengindraan Jauh dan Kartografi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Departemen Kesehatan RI. (2002). *Pedoman Program Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut Untuk Penanggulangan Pneumonia Pada Balita*. Jakarta: Penerbit Mutiara.
- Departemen Kesehatan RI. (2006). *Pedoman Pengendalian Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut*. Jakarta : Depkes RI.
- Drapher, N., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta : Gramedia.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa timur.

- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2014). *Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2013*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Famoye, F., Wulu, J. T., & Singh, K. P. (2004). On The Generalizes Poisson Regression Model with an Application to Accident Data. *Journal of Data Science* 2 , 287-295.
- Fotheringham, A.S., Brundson, C., dan Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression*. The Analysis Of Spatially Varying Relationship. England : John Wiley & Sons Ltd.
- Haran. M., Molineros J., & Patil, G.P. (2006). Large Scale Plant Disease Forecasting. *Technical Report Number 2006-0530. Presented at the 7<sup>th</sup> Annual International Conference on Digital Government Research*.
- Hasibuan, L.S. (2008). *Pola Spasial Kemiskinan di Indramayu*, Tesis Jurusan Statistika IPB. Bogor : IPB.
- Hockenberry, M.J., & Wilson, D. (2009) *Wong's essentials of pediatric nursing (8<sup>th</sup> edition)*. St. Louis Missouri : Elsevier Mosby.
- Hocking, R. (1996). *Methods and Applications of Linear Models*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Kementerian Kesehatan RI. (2014). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2013*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kuldorff, M. (1997). *A Spatial Scan Statistic*. *Communication In Statistics Theory And Method*, 26(6), 1481-1496.
- Kusumawati, N. Y. (2013). *Pengelompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pneumonia Pada Balita*. Surabaya: ITS.
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models Second Edition*. London: Chapman & Hall.
- Myers, R. (1990). *Classical and Modern Regression With Applications, second edition*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.

- Nakaya T., Fotheringham A.S. dan Brudson C. (2005). *Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping*. *Statistics in Medicine* 2005 , 24:2695-2717.
- Patil, G.P. & Taillie C. (2003). Upper Level Set Scan Statistic For Detecting Arbitarily Shaped Hotspots. *Enviromental and Ecological Statistics, Volume : 11 : 183-197*.
- Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI. (2006). *Glosarium Data dan Informasi Kesehatan*. Jakarta : Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI.
- Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI. (2011). *Petunjuk Teknis Penyusunan Profil Kesehatan Kabupaten/Kota*. Jakarta : Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI.
- Qomariyah, N. (2014). *Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur dengan Pendekatan GWPR Ditinjau Dari Segi Fasilitas Kesehatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbell H. (2008). *Epidemiology and etiology of childhood pneumonia*. *Bull World Health Organ* 2008, 86 (5): 408-416.
- Santoso, F. P. (2012). *Faktor-Faktor Eksternal Pneumonia Pada Balita di Jawa Timur Dengan Pendekatan Geographycally Weighted Regression (GWR)*. Surabaya: ITS.
- Tango, T. dan Takahashi, K. (2005) *A Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic For Detecting Clusters*. *International Journal of Health Geographics*, Volume: 4 :11.
- Yuwono, T. A. (2008). *Faktor-Faktor Lingkungan Fisik Rumah yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia Pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Kawunganten Kabupaten Cilacap*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- WHO. (2010). *Pneumonia*. <http://www.who.int/mediacentre> [diakses pada 19 Maret 2015].





*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Data Jumlah Kasus Pneumonia Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya Tahun 2013

No.	Kecamatan	$U$	$V$	$Y$	$X_1$	$X_2$
1	Karangpilang	-7,332	112,686	52	0,76	90,50
2	Jambangan	-7,324	112,716	41	1,61	91,69
3	Gayungan	-7,328	112,727	95	0,52	97,11
4	Wonocolo	-7,325	112,744	19	1,00	97,41
5	Tenggilís	-7,324	112,756	190	1,15	71,26
6	Gunung Anyar	-7,339	112,789	7	0,96	96,20
7	Rungkut	-7,317	112,802	10	0,71	80,91
8	Sukolilo	-7,291	112,804	47	0,91	88,14
9	Mulyorejo	-7,269	112,793	146	1,33	88,31
10	Gubeng	-7,265	112,752	22	0,86	94,98
11	Wonokromo	-7,294	112,738	135	0,50	95,41
12	Dukuh Pakis	-7,292	112,700	9	0,84	89,05
13	Wiyung	-7,309	112,693	30	1,33	80,79
14	Lakarsantri	-7,323	112,653	35	0,94	92,41
15	Sambikerep	-7,275	112,655	65	0,86	95,24
16	Tandes	-7,257	112,673	106	0,88	95,20
17	Sukomanunggal	-7,270	112,699	204	1,65	85,41
18	Sawahan	-7,274	112,721	450	1,27	94,73
19	Tegalsari	-7,274	112,737	22	0,78	98,58
20	Genteng	-7,260	112,743	92	2,17	100,00
21	Tambaksari	-7,251	112,769	684	0,36	82,63
22	Kenjeran	-7,216	112,772	579	1,84	79,89
23	Bulak	-7,232	112,789	26	2,05	89,32
24	Simokerto	-7,240	112,753	184	1,08	92,13
25	Semampir	-7,215	112,749	190	2,01	84,85
26	Pabean Cantikan	-7,222	112,733	221	0,69	81,58
27	Bubutan	-7,247	112,729	35	0,67	84,27
28	Krembangan	-7,227	112,724	36	1,04	89,32
29	Asemrowo	-7,239	112,689	40	0,55	71,81
30	Benowo	-7,229	112,647	212	1,12	45,64
31	Pakal	-7,232	112,614	7	0,51	100,00

**Lampiran 2.** Data Jumlah Kasus Pneumonia Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya Tahun 2013 (Lanjutan)

No.	Kecamatan	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$
1	Karangpilang	35,59	7996,53	58,03	90,94	7,26
2	Jambangan	85,18	11286,16	80,78	80,28	9,35
3	Gayungan	90,17	7168,53	88,33	96,00	5,79
4	Wonocolo	67,19	12059,59	48,47	92,85	6,53
5	Tenggilis	82,73	13370,65	86,75	82,90	4,87
6	Gunung Anyar	81,14	6515,86	91,61	100,00	9,75
7	Rungkut	86,56	5850,57	79,88	92,72	10,13
8	Sukolilo	76,36	5153,69	54,90	80,80	10,66
9	Mulyorejo	87,72	13923,67	83,69	89,87	7,17
10	Gubeng	95,91	16334,42	83,22	78,84	5,83
11	Wonokromo	82,67	9548,42	34,26	83,65	10,12
12	Dukuh Pakis	63,83	6583,60	73,30	78,00	10,41
13	Wiyung	75,23	5557,62	68,38	76,71	6,98
14	Lakarsantri	90,56	2934,50	65,43	74,68	10,28
15	Sambikerep	78,27	3326,19	87,06	90,40	9,40
16	Tandes	81,07	9484,19	65,87	85,72	7,39
17	Sukomanunggal	74,20	11102,49	79,03	71,03	6,80
18	Sawahan	94,39	20516,06	65,37	82,19	11,98
19	Tegalsari	60,29	20324,71	88,61	72,93	13,74
20	Genteng	98,34	11735,89	55,13	87,90	13,56
21	Tambaksari	79,63	23203,67	63,10	87,30	12,87
22	Kenjeran	53,73	19310,67	59,65	74,62	8,57
23	Bulak	52,39	6534,83	71,05	74,15	8,44
24	Simokerto	61,39	31193,82	66,76	77,29	24,41
25	Semampir	81,61	17605,94	63,41	80,01	28,00
26	Pabean Cantikan	55,80	10397,94	51,07	67,00	23,03
27	Bubutan	86,78	22287,82	79,33	72,14	12,52
28	Krembangan	72,34	13025,90	55,77	73,53	13,17
29	Asemrowo	76,36	2816,77	46,65	70,97	9,19
30	Benowo	100,00	2322,49	84,70	55,43	6,68
31	Pakal	85,90	2189,61	84,40	87,86	5,07



**Keterangan :**

- $Y$  : Jumlah kasus Pneumonia Balita
- $X_1$  : Persentase balita gizi buruk
- $X_2$  : Persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali
- $X_3$  : Persentase cakupan pelayanan anak balita
- $X_4$  : Kepadatan penduduk
- $X_5$  : Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS)
- $X_6$  : Persentase rumah sehat
- $X_7$  : Persentase rumah tangga miskin
- $U$  : Lintang (*longitude*) kecamatan ke- $i$
- $V$  : Bujur (*latitude*) kecamatan ke- $i$

### Lampiran 3. Hasil *Output* Statistika Deskriptif

#### Descriptive Statistics: Y, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Y	128.7	27362.0	7.0	684.0
X1	1.0629	0.2342	0.3600	2.1700
X2	87.90	118.60	45.64	100.00
X3	77.20	223.81	35.59	100.00
X4	11344	51377464	2190	31194
X5	69.81	220.33	34.26	91.61
X6	80.93	90.74	55.43	100.00
X7	10.644	30.033	4.870	28.000

### Lampiran 4. Pemeriksaan Multikolinearitas

#### Regression Analysis: Y versus X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7

The regression equation is

$$Y = 476 + 23.7 X1 - 7.81 X2 + 0.46 X3 + 0.0152 X4 - 2.88 X5 + 4.37 X6 - 4.39 X7$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	475.8	309.1	1.54	0.137	
X1	23.70	53.40	0.44	0.661	1.059
X2	-7.807	3.055	-2.56	0.018	1.755
X3	0.461	1.781	0.26	0.798	1.125
X4	0.015229	0.004148	3.67	0.001	1.402
X5	-2.878	1.862	-1.55	0.136	1.211
X6	4.366	3.573	1.22	0.234	1.837
X7	-4.394	5.733	-0.77	0.451	1.565

### Lampiran 5. Hasil Analisis Regresi Poisson Menggunakan *GWR 4*

\*\*\*\*\*

#### Global regression result

\*\*\*\*\*

#### < Diagnostic information >

Number of parameters: 8  
 Deviance: 1711.406651  
 Classic AIC: 1727.406651  
 AICc: 1733.952105  
 BIC/MDL: 1738.878548  
 Percent deviance explained 0.642536

Variable	Estimate	Standard Error	z(Est/SE)	Exp(Est)
Intercept	8.136519	0.211189	38.527209	3417.001394
X1	0.400273	0.031767	12.600211	1.492232
X2	-0.064561	0.002076	-31.099160	0.937479
X3	0.011696	0.001249	9.366977	1.011765
X4	0.000118	0.000003	43.117067	1.000118
X5	-0.034934	0.001472	-23.726832	0.965669
X6	0.026463	0.002619	10.103138	1.026816
X7	-0.038830	0.003314	-11.716872	0.961914



**Lampiran 6.** Uji Dependensi Spasial Menggunakan *Software R*

**Uji Morans'I :**

\$observed  
[1] 0.06151381

\$expected  
[1] -0.03333333

\$sd  
[1] 0.0208064

\$p.value  
[1] 5.150642e-06

**Uji Breusch-Pagan :**

studentized Breusch-Pagan test

data: depen

BP = 15.191, df = 7, p-value = 0.03363

**Lampiran 7.** Hasil *Bandwith* Tiap Kecamatan di Kota Surabaya dengan Kernel *Adaptive Bisquare*

No.	Kecamatan	<i>Bandwith</i>
1	Karangpilang	0,1441570
2	Jambangan	0,1327963
3	Gayungan	0,1421729
4	Wonocolo	0,1530493
5	Tenggilis	0,1620459
6	Gunung Anyar	0,1977090
7	Rungkut	0,1981604
8	Sukolilo	0,1901868
9	Mulyorejo	0,1736570
10	Gubeng	0,1339995
11	Wonokromo	0,1308455
12	Dukuh Pakis	0,1066626
13	Wiyung	0,1227626
14	Lakarsantri	0,1625889
15	Sambikerep	0,1520029
16	Tandes	0,1422085
17	Sukomanunggal	0,1133512
18	Sawahan	0,1088797
19	Tegalsari	0,1214429
20	Genteng	0,1255677
21	Tambaksari	0,1504545
22	Kenjeran	0,1596757
23	Bulak	0,1716975
24	Simokerto	0,1365352
25	Semampir	0,1420482
26	Pabean Cantikan	0,1294594
27	Bubutan	0,1141903
28	Krembangan	0,1265619
29	Asemrowo	0,1402254
30	Benowo	0,1792198
31	Pakal	0,2059729

**Lampiran 8.** Jarak antar Kecamatan di Kota Surabaya

	1	2	...	29	30	31
1	0,000000	0,031048	...	0,093048	0,110136	0,123223
2	0,031048	0,000000	...	0,089185	0,117414	0,137361
3	0,041195	0,011705	...	0,096773	0,127283	0,148273
4	0,058421	0,028018	...	0,102083	0,136473	0,159841
5	0,070456	0,040000	...	0,108231	0,144589	0,169198
6	0,103238	0,074525	...	0,141421	0,179622	0,205119
7	0,116966	0,086284	...	0,137306	0,178239	0,206323
8	0,124920	0,093984	...	0,126210	0,168799	0,198950
9	0,124169	0,094626	...	0,108240	0,151380	0,182784
10	0,094048	0,069116	...	0,068154	0,111000	0,141891
11	0,064405	0,037202	...	0,073661	0,111830	0,138636
12	0,042379	0,035777	...	0,054129	0,082329	0,104862
13	0,024042	0,027459	...	0,070114	0,092282	0,110318
14	0,034205	0,063008	...	0,091389	0,094191	0,099005
15	0,064885	0,078243	...	0,049518	0,046690	0,059414
16	0,076118	0,079612	...	0,024083	0,038210	0,064078
17	0,063348	0,056613	...	0,032573	0,066219	0,093107
18	0,067742	0,050249	...	0,047424	0,086608	0,114948
19	0,077233	0,054231	...	0,059405	0,100623	0,129973
20	0,091831	0,069462	...	0,05794	0,100881	0,132004
21	0,115974	0,090211	...	0,080895	0,123968	0,156160
22	0,144402	0,121655	...	0,086128	0,125674	0,158808
23	0,143558	0,117444	...	0,100245	0,142032	0,175000
24	0,113811	0,091788	...	0,064008	0,106569	0,139230
25	0,132883	0,113886	...	0,064622	0,102956	0,136066
26	0,119620	0,103407	...	0,04717	0,086284	0,119419
27	0,095258	0,078090	...	0,040792	0,083952	0,115974
28	0,111665	0,097329	...	0,037000	0,077026	0,110114
29	0,093048	0,089185	...	0,000000	0,043174	0,075326
30	0,110136	0,117414	...	0,043174	0,000000	0,033136
31	0,123223	0,137361	...	0,075326	0,033136	0,000000



**Lampiran 9.** Matriks Pembobot Untuk Setiap Kecamatan di Kota Surabaya

	1	2	...	29	30	31
1	1,00000	0,909376	...	0,340325	0,173306	0,072544
2	0,893659	1,00000	...	0,301358	0,047634	0,00000
3	0,839138	0,98649	...	0,288033	0,039399	0,00000
4	0,72982	0,934098	...	0,308154	0,041975	0,00000
5	0,657655	0,881849	...	0,306809	0,041555	0,00000
6	0,529022	0,736015	...	0,238481	0,030485	0,00000
7	0,424576	0,656753	...	0,270279	0,036466	0,00000
8	0,32328	0,571232	...	0,313174	0,045059	0,00000
9	0,238865	0,494328	...	0,373928	0,05765	0,00000
10	0,257458	0,538696	...	0,549541	0,098481	0,00000
11	0,574136	0,844858	...	0,466586	0,072648	0,00000
12	0,709194	0,787641	...	0,551248	0,163403	0,001121
13	0,924766	0,902441	...	0,454011	0,189163	0,037045
14	0,91344	0,722196	...	0,467934	0,441409	0,39590
15	0,668776	0,540276	...	0,799013	0,820198	0,717779
16	0,50908	0,471418	...	0,943463	0,860824	0,635156
17	0,472887	0,563332	...	0,841664	0,433905	0,105814
18	0,375646	0,619379	...	0,656566	0,13488	0,00000
19	0,354679	0,640942	...	0,578694	0,098272	0,00000
20	0,216372	0,481617	...	0,619511	0,125705	0,00000
21	0,164697	0,410231	...	0,505393	0,103104	0,00000
22	0,033181	0,176001	...	0,502761	0,14481	0,000117
23	0,090551	0,283156	...	0,434446	0,09967	0,00000
24	0,093126	0,30037	...	0,608752	0,152709	0,00000
25	0,015594	0,1276	...	0,628911	0,225309	0,006798
26	0,021383	0,131032	...	0,752108	0,308892	0,022228
27	0,092483	0,283387	...	0,761059	0,211126	0,00000
28	0,049089	0,166954	...	0,836371	0,396399	0,059066
29	0,313246	0,354605	...	1,00000	0,819393	0,506147
30	0,38732	0,325805	...	0,887302	1,00000	0,932799
31	0,412288	0,308314	...	0,750402	0,948908	1,00000

### Lampiran 10. Hasil Pengujian Model GWPR Menggunakan *Software GWR 4*

\*\*\*\*\*

#### GWR (Geographically weighted regression) result

\*\*\*\*\*

##### Diagnostic information

Effective number of parameters (model: trace(S)): 24.324724  
 Effective number of parameters (variance: trace(S'WSW<sup>-1</sup>)): 22.735124  
 Degree of freedom (model: n - trace(S)): 6.675276  
 Degree of freedom (residual: n - 2trace(S) + trace(S'WSW<sup>-1</sup>)): 5.085676  
 Deviance: 248.576159  
 Classic AIC: 297.225607  
 AICc: 514.313518  
 BIC/MDL: 332.106950  
 Percent deviance explained 0.948080

\*\*\*\*\*

#### << Geographically varying (Local) coefficients >>

\*\*\*\*\*

Estimates of varying coefficients have been saved in the following file.

Listwise output file: D:\\HASIL\_listwise.csv

#### Summary statistics for varying (Local) coefficients

Variable	Mean	STD
Intercept	4.116826	6.083139
X1	0.128610	0.808532
X2	-0.029494	0.130074
X3	0.033735	0.064351
X4	0.000127	0.000070
X5	-0.036322	0.032307
X6	0.013371	0.151256
X7	-0.048956	0.219819

Variable	Min	Max	Range
Intercept	-20.455176	13.242360	33.697536
X1	-2.720263	1.348989	4.069252
X2	-0.179391	0.604256	0.783646
X3	-0.063834	0.335789	0.399623
X4	0.000009	0.000286	0.000278
X5	-0.128761	0.020085	0.148846
X6	-0.731009	0.227860	0.958869
X7	-0.554073	0.619604	1.173677

Variable	Lwr Quartile	Median	Upr Quartile
Intercept	1.890482	6.288005	7.331527
X1	-0.383098	0.062162	0.788970
X2	-0.092225	-0.062327	0.014056
X3	0.010805	0.019216	0.058614
X4	0.000077	0.000142	0.000186
X5	-0.059512	-0.031910	-0.017386
X6	0.011303	0.040439	0.063379
X7	-0.108403	-0.036520	0.033637

Variable	Interquartile R	Robust STD
Intercept	5.441046	4.033392
X1	1.172069	0.868843
X2	0.106281	0.078785
X3	0.047809	0.035440
X4	0.000109	0.000081
X5	0.042126	0.031228
X6	0.052075	0.038603
X7	0.142040	0.105293

(Note: Robust STD is given by (interquartile range / 1.349) )

\*\*\*\*\*

#### GWR Analysis of Deviance Table

\*\*\*\*\*

Source	Deviance	DOF	Deviance/DOF
Global model	1711.407	23.000	74.409
GWR model	248.576	5.086	48.878
Difference	1462.830	17.914	81.657



**Lampiran 11.** Estimasi Parameter Model GWPR

No.	Est. $\beta_0$	SE $\beta_0$	$Z_{hitung}$	Est. $\beta_1$	SE $\beta_1$	$Z_{hitung}$
1	6,701326	0,796879	8,409467	-0,75038	0,179114	-4,18937
2	1,890482	0,758645	2,491918	-0,13527	0,103449	-1,30761
3	-1,38087	0,754977	-1,82903	-0,3831	0,083993	-4,56109
4	-0,14751	0,688497	-0,21425	-0,61735	0,073642	-8,38305
5	5,282782	0,768972	6,869925	-0,79708	0,093001	-8,57066
6	7,051022	0,83733	8,42084	1,074335	0,085932	12,50214
7	6,909337	0,797285	8,666083	0,876058	0,093352	9,384409
8	6,288005	0,787462	7,985149	0,78897	0,081042	9,735381
9	5,966786	0,780932	7,640597	0,784954	0,069928	11,22525
10	13,24236	0,580486	22,81254	0,201861	0,051827	3,894909
11	-2,31434	0,752521	-3,07545	-0,70987	0,087524	-8,1106
12	7,066733	0,852194	8,292398	0,442268	0,112868	3,918437
13	9,576556	0,876026	10,93181	-0,58334	0,161344	-3,61553
14	3,749236	0,701424	5,345176	-0,23075	0,18858	-1,2236
15	2,731986	0,721718	3,785392	0,141126	0,197048	0,716203
16	2,59683	0,639621	4,059949	-0,01668	0,159424	-0,10462
17	10,29493	1,12244	9,171925	0,913064	0,145071	6,293924
18	7,331527	0,770144	9,519688	1,348989	0,072249	18,67128
19	-4,68839	1,253198	-3,74114	-0,97752	0,131861	-7,41329
20	9,074541	1,464753	6,195269	-0,00654	0,149666	-0,04372
21	6,724888	0,98548	6,82397	0,553959	0,084477	6,557541
22	11,94758	0,774701	15,42218	0,205595	0,051451	3,995913
23	6,521489	0,75257	8,665629	0,774628	0,070931	10,92093
24	7,610959	0,776669	9,799491	0,044173	0,036152	1,221897
25	9,029717	0,727833	12,40631	0,062162	0,036742	1,69188
26	7,285256	1,186723	6,138968	-0,16505	0,121175	-1,36209
27	-20,4552	2,981893	-6,8598	-2,72026	0,305821	-8,89495
28	4,65947	1,359948	3,426211	-0,00771	0,146806	-0,05251
29	2,014347	0,722789	2,786908	1,205915	0,138187	8,726666
30	0,966328	0,760383	1,270843	0,883843	0,219231	4,031555
31	0,79473	0,759748	1,046044	1,035542	0,23173	4,468737

**Lampiran 12.** Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 1)

No.	Est. $\beta_2$	SE $\beta_2$	$Z_{hitung}$	Est. $\beta_3$	SE $\beta_3$	$Z_{hitung}$
1	0,032689	0,013328	2,452608	0,009993	0,003579	2,792026
2	0,101633	0,015417	6,592199	0,078124	0,004882	16,00141
3	-0,05029	0,00588	-8,55281	0,085529	0,005543	15,4303
4	-0,09031	0,005005	-18,0421	0,070274	0,004347	16,16754
5	-0,10929	0,006056	-18,0469	0,058614	0,005417	10,81945
6	-0,08307	0,005503	-15,0962	0,051207	0,004892	10,4665
7	-0,06855	0,005798	-11,8233	0,041904	0,005599	7,48445
8	-0,06233	0,005886	-10,5896	0,033444	0,004929	6,785666
9	-0,07201	0,005272	-13,6573	0,023828	0,00378	6,304087
10	-0,11843	0,004793	-24,7079	0,009016	0,003087	2,920844
11	-0,09311	0,006908	-13,4777	0,068939	0,004849	14,2185
12	0,027327	0,013711	1,99312	0,023809	0,003427	6,948354
13	0,015899	0,01745	0,911116	0,014093	0,00384	3,66957
14	-0,03662	0,006301	-5,81203	0,011734	0,00336	3,492088
15	-0,04304	0,006313	-6,81787	0,013997	0,003424	4,088366
16	-0,02952	0,006699	-4,40688	0,022681	0,003294	6,884859
17	0,057647	0,01393	4,138406	0,01609	0,00348	4,624253
18	-0,17939	0,011994	-14,9572	-0,06383	0,00272	-23,4648
19	0,014056	0,013969	1,006227	0,067163	0,005223	12,858
20	-0,07916	0,008019	-9,87224	0,010805	0,003271	3,302986
21	-0,10253	0,004638	-22,1064	-0,01073	0,005718	-1,87742
22	-0,11355	0,006112	-18,5795	-6,1E-05	0,005459	-0,01111
23	-0,09223	0,004755	-19,3958	0,015393	0,003754	4,10081
24	-0,09188	0,004905	-18,7331	-0,04432	0,005078	-8,72786
25	-0,09522	0,004965	-19,1785	-0,03103	0,004297	-7,21993
26	-0,04615	0,007389	-6,24573	0,019216	0,004787	4,014222
27	0,604256	0,04425	13,65565	0,335789	0,021947	15,30028
28	0,065085	0,018054	3,604984	0,060745	0,00912	6,660609
29	-0,01986	0,009697	-2,0481	0,028997	0,003745	7,741927
30	-0,05866	0,00679	-8,63884	0,017821	0,003511	5,076214
31	-0,06501	0,007443	-8,73414	0,016538	0,003478	4,755566

**Lampiran 13.** Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 2)

No.	Est. $\beta_4$	SE $\beta_4$	$Z_{hitung}$	Est. $\beta_5$	SE $\beta_5$	$Z_{hitung}$
1	0,000221	0,000011	19,66715	-0,00651	0,004911	-1,32475
2	0,000179	0,000013	14,112	-0,02867	0,00244	-11,7487
3	0,000113	0,00001	10,94379	-0,02322	0,002653	-8,75369
4	0,000067	0,00001	6,62771	-0,01879	0,002326	-8,07754
5	0,000009	0,000013	0,680672	-0,01739	0,00239	-7,27546
6	0,000192	0,000009	20,91366	-0,06316	0,00385	-16,4047
7	0,000189	0,000009	22,22282	-0,06547	0,004012	-16,3184
8	0,000186	0,000008	22,9165	-0,06642	0,003532	-18,8048
9	0,000176	0,000008	23,12887	-0,06411	0,002838	-22,5868
10	0,000102	0,000006	16,46767	-0,05824	0,003476	-16,757
11	0,000096	0,00001	9,871835	-0,02469	0,00265	-9,31723
12	0,000264	0,000017	15,46007	-0,05951	0,003993	-14,9041
13	0,000286	0,000018	16,19498	-0,03071	0,004937	-6,22051
14	0,000171	0,000013	13,67664	0,020085	0,004975	4,03739
15	0,000162	0,000013	12,91554	0,01737	0,004943	3,513859
16	0,000153	0,000009	16,43584	0,016938	0,004386	3,861607
17	0,000242	0,000016	14,75944	-0,09421	0,007331	-12,8511
18	0,00023	0,000007	31,46665	-0,04839	0,002449	-19,7546
19	0,000049	0,000007	7,006681	-0,0234	0,002846	-8,2242
20	0,000067	0,000011	5,977075	-0,04225	0,006087	-6,94154
21	0,000111	0,000011	10,53601	-0,05109	0,002759	-18,5181
22	0,000083	0,000008	10,67457	-0,0466	0,003887	-11,9871
23	0,000157	0,000007	21,76914	-0,05754	0,002796	-20,577
24	0,000011	0,000009	1,345243	-0,02503	0,003885	-6,44239
25	0,00003	0,000008	3,516861	-0,03191	0,004337	-7,35724
26	0,000067	0,00001	6,930344	-0,04895	0,005334	-9,1772
27	0,000086	0,000012	6,99587	-0,12876	0,008086	-15,9231
28	0,000077	0,00001	7,996968	-0,06035	0,006051	-9,97388
29	0,000106	0,00001	10,61166	-0,01623	0,004445	-3,6508
30	0,000146	0,000013	11,54234	0,008683	0,004943	1,756628
31	0,000142	0,000013	11,29717	0,006046	0,005131	1,178206



**Lampiran 14.** Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 3)

No.	Est. $\beta_6$	SE $\beta_6$	$Z_{hitung}$	Est. $\beta_7$	SE $\beta_7$	$Z_{hitung}$
1	-0,05347	0,012444	-4,29708	-0,29156	0,028677	-10,167
2	-0,10687	0,012764	-8,37282	-0,47952	0,039131	-12,2544
3	0,048447	0,009709	4,990036	-0,02193	0,017865	-1,22745
4	0,082041	0,005648	14,52621	0,118775	0,016097	7,378833
5	0,052838	0,007012	7,535334	0,168843	0,020142	8,38268
6	0,023216	0,008277	2,804994	-0,0537	0,010536	-5,09659
7	0,029582	0,008362	3,537638	-0,09859	0,009642	-10,2243
8	0,042821	0,008407	5,093653	-0,11319	0,008314	-13,6148
9	0,063379	0,008699	7,285723	-0,09847	0,00663	-14,8521
10	0,04181	0,005361	7,799048	-0,01356	0,004364	-3,10655
11	0,112929	0,009408	12,00298	0,120937	0,013947	8,671042
12	-0,01602	0,011226	-1,42704	-0,55407	0,041703	-13,286
13	-0,04701	0,015854	-2,96525	-0,46912	0,043565	-10,7682
14	0,011303	0,011268	1,003153	-0,05663	0,024608	-2,30122
15	0,026095	0,0114	2,289098	-0,04102	0,025733	-1,59406
16	0,021359	0,009814	2,176323	-0,17036	0,029084	-5,85758
17	-0,06385	0,013942	-4,57968	-0,49397	0,040022	-12,3426
18	0,22786	0,008681	26,24885	-0,03652	0,009996	-3,65348
19	0,024447	0,009127	2,678484	0,168044	0,014655	11,46693
20	0,040439	0,007766	5,207207	0,019863	0,013433	1,478663
21	0,115144	0,014072	8,182413	-0,03669	0,006296	-5,82794
22	0,060461	0,01134	5,33161	-0,02734	0,005191	-5,26686
23	0,080029	0,009183	8,714463	-0,07037	0,005001	-14,0708
24	0,129105	0,010271	12,56993	0,0032	0,004416	0,724609
25	0,105196	0,008473	12,4151	-0,00445	0,003869	-1,15
26	0,022899	0,009346	2,450111	0,033637	0,011583	2,904088
27	-0,73101	0,046534	-15,7092	0,619604	0,048329	12,82047
28	-0,12101	0,024042	-5,0331	0,088534	0,018779	4,714455
29	0,021932	0,011834	1,853354	-0,1084	0,026457	-4,09725
30	0,05539	0,01199	4,619491	0,021324	0,027615	0,772179
31	0,061552	0,012686	4,851931	0,067491	0,030465	2,21534

**Lampiran 15.** Hasil Analisis Model GPR antara  $Y$  dengan  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  dan  $X_7$  menggunakan SAS

Fit Statistics									
-2 Log Likelihood						344.1			
AIC (smaller is better)						362.1			
AICC (smaller is better)						370.6			
BIC (smaller is better)						375.0			
Parameter Estimates									
Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr >  t	Alpha	Lower	Upper	Gradient
b0	3.8014	6.6045	31	0.58	0.5691	0.1	-7.3966	14.9994	-4.6E-6
b1	0.7159	1.2444	31	0.58	0.5692	0.1	-1.3940	2.8259	-7.52E-6
b2	-0.06852	0.03479	31	-1.97	0.0579	0.1	-0.1275	-0.00952	-0.00056
b3	0.01776	0.01676	31	1.06	0.2975	0.1	-0.01066	0.04618	-0.00047
b4	0.000074	0.000041	31	1.82	0.0780	0.1	5.202E-6	0.000144	-0.03447
b5	-0.01919	0.01413	31	-1.36	0.1844	0.1	-0.04315	0.004777	-0.00045
b6	0.05658	0.06699	31	0.84	0.4048	0.1	-0.05701	0.1702	-0.00049
b7	0.05648	0.1094	31	0.52	0.6092	0.1	-0.1290	0.2419	-0.00007
teta	0.09421	0.01533	31	6.15	<.0001	0.1	0.06822	0.1202	-0.00004

## Lampiran 16. Syntax Program R

```
#Cara Memanggil Data#
data<-read.csv("D://Data.csv",sep="," ,header=TRUE)

#Breusch-Pagan Test#
library(lmtest)
modelpoisson=glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7,family=poisson,
data=data)
bptest(modelpoisson)

#Morans' I#
w <-read.csv("D://pembobot.csv",sep="," ,header=TRUE)
library(ape)
tugas.dists=as.matrix(w)
Moran.I(data$Y, tugas.dists)

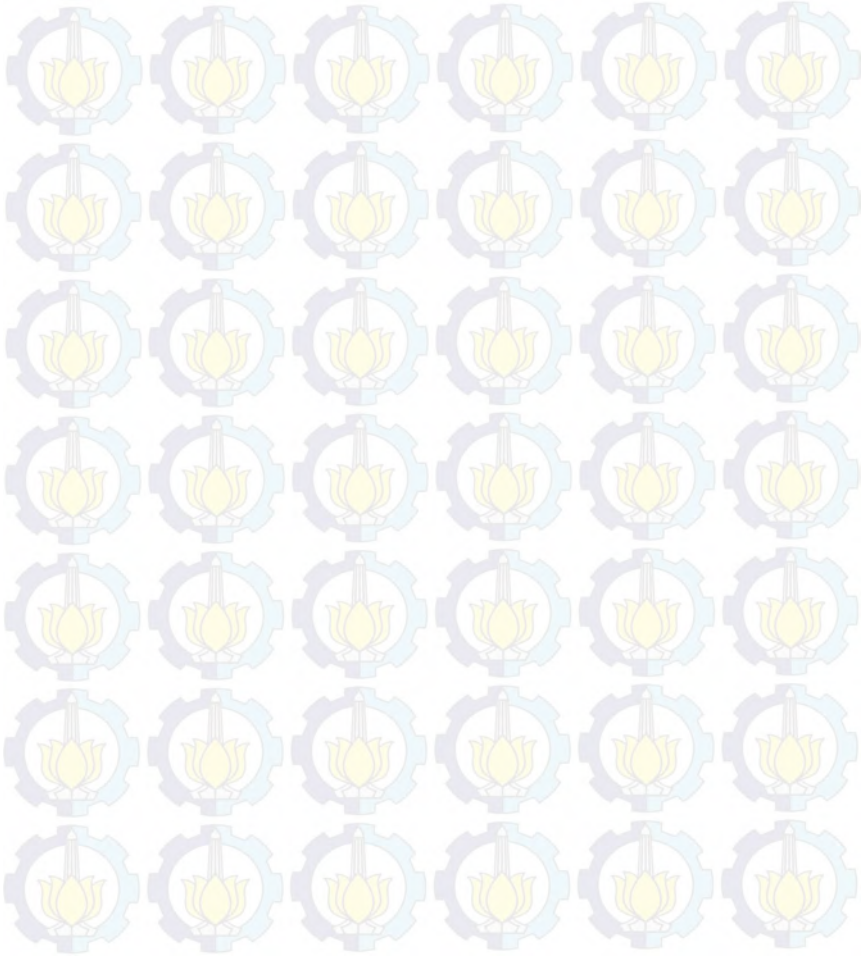
#Bandwith Adaptive Bisquare#
bdwtBisquare=gwr.sel(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7,data=data,coords=c
bind(data$U,data$V),adapt=TRUE,gweight=gwr.bisquare)
GRTGB=gwr(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7,data=data,coords=cbind(data$U
,data$V),adapt=bdwtBisquare,gweight=gwr.bisquare)
GRTGB$bandwidth

#Jarak#
u=data[,3]
u<-as.matrix(data$U)
i<-nrow(data$U)
v=data[,4]
v<-as.matrix(data$V)
j<-nrow(data$V)
library(fields)
jarak<-matrix(nrow=31,ncol=31)
for(i in 1:31)
for(j in 1:31){jarak[i,j]=
sqrt((u[i,]-u[j,])**2+(v[i,]-v[j,])**2)}
write.table(jarak,file="E:/jarak.csv",sep="," )

#Pembobot#
bdwtBisquare<-GRTGB$bandwidth
bdwtBisquare<-as.matrix(bdwtBisquare)
bdwtBisquare
i<-nrow(bdwtBisquare)
pembobotB<-matrix(nrow=31,ncol=31)
```



```
for(i in 1:31)
for(j in 1:31)
{pembobotB[i,j]=
(1-(jarak[i,j]/bdwtBisquare[i,1])**2)**2
pembobotB[i,j]<-ifelse(jarak[i,j]
<bdwtBisquare[i,1],pembobotB[i,j],0)}
write.table(pembobotB,file="E:/pembobot.csv",sep=",")
```



**Lampiran 17.** Syntax Analisis Model GPR dengan SAS

```

data GPR;
input y x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7;
datalines;
  204    69.87    1.65    85.41    74.2    11102.49    13.83    68.5
  106    58.45    0.88    95.2    81.07    9484.19    11.07    82.6
   40    57.5    0.55    71.81    76.36    2816.77    6.66    71.09
  212    57.01    1.12    45.64    84.91    2322.49    26.37    55.43
   7    84.48    0.51    98.66    85.90    2189.61    9.67    87.86
.
.
.
;
run;
/*Generalized Poisson Regression Model*/
title 'Model Generalized Poisson Regression';
proc nlmixed data=GPR tech=newwrap alpha=0.1;
parms b0=0 b1=0 b2=0 b3=0 b4=0 b5=0 b6=0 b7=0 teta=0;
xb=b0+(b1*x1)+(b2*x2)+(b3*x3)+(b4*x4)+(b5*x5)+(b6*x6)+
(b7*x7);
lambda=exp(xb);
ll=y*log(lambda/(1+teta*lambda))+(y-1)*log(1+teta*y)-
lambda*(1+teta*y)/(1+teta*lambda)-lgamma(y+1);
model y~general(ll);
run;

```

## Lampiran 18. *Output Flexscan* Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 99

FlexScan ver3.1.2 -- purely spatial	
<b>MOST LIKELY CLUSTER</b>	
1. Census areas included :	Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, PabeanCantikan, Kenjeran, Tambaksari, Sawahan
Maximum distance.....:	10.0431 km (areas: Sukomanunggal to Kenjeran)
Number of cases .....	2318
(Expected number of cases:	1334.68)
Overall relative risk :	1.73674
Statistic value .....	508.707
Monte Carlo rank .....	1/100
P-value .....	0.01
<b>SECONDARY CLUSTERS</b>	
2. Census areas included :	Benowo
Maximum distance.....:	0 km (areas: Benowo to Benowo)
Number of cases .....	210
(Expected number of cases:	90.3256)
Overall relative risk :	2.32492
Statistic value .....	59.3682
Monte Carlo rank .....	1/100
P-value .....	0.01
3. Census areas included :	Tenggilis
Maximum distance.....:	0 km (areas: Tenggilis to Tenggilis)
Number of cases .....	188
(Expected number of cases:	104.411)
Overall relative risk :	1.80058
Statistic value .....	27.8872
Monte Carlo rank .....	1/100
P-value .....	0.01
4. Census areas included :	Gayungan
Maximum distance.....:	0 km (areas: Gayungan to Gayungan)
Number of cases .....	93
(Expected number of cases:	53.6546)
Overall relative risk :	1.73331
Statistic value .....	12.0063
Monte Carlo rank .....	2/100
P-value .....	0.02
5. Census areas included :	Jambangan
Maximum distance.....:	0 km (areas: Jambangan to Jambangan)
Number of cases .....	72
(Expected number of cases:	69.7722)
Overall relative risk :	1.03193
Statistic value .....	0.0358318
Monte Carlo rank .....	100/100
P-value .....	1



## Lampiran 19. *Output Flexscan* Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 999

FlexScan ver3.1.2 -- purely spatial	
<b>MOST LIKELY CLUSTER</b>	
1. Census areas included :	Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, PabeanCantikan, Kenjeran, Tambaksari, Sawahan
Maximum distance.....:	10.0431 km (areas: Sukomanunggal to Kenjeran)
Number of cases .....	2318
(Expected number of cases: 1334.68)	
Overall relative risk ..:	1.73674
Statistic value .....	508.707
Monte Carlo rank .....	1/1000
P-value .....	0.001
<b>SECONDARY CLUSTERS</b>	
2. Census areas included :	Benowo
Maximum distance.....:	0 km (areas: Benowo to Benowo)
Number of cases .....	210
(Expected number of cases: 90.3256)	
Overall relative risk ..:	2.32492
Statistic value .....	59.3682
Monte Carlo rank .....	1/1000
P-value .....	0.001
3. Census areas included :	Tenggilis
Maximum distance.....:	0 km (areas: Tenggilis to Tenggilis)
Number of cases .....	188
(Expected number of cases: 104.411)	
Overall relative risk ..:	1.80058
Statistic value .....	27.8872
Monte Carlo rank .....	1/1000
P-value .....	0.001
4. Census areas included :	Gayungan
Maximum distance.....:	0 km (areas: Gayungan to Gayungan)
Number of cases .....	93
(Expected number of cases: 53.6546)	
Overall relative risk ..:	1.73331
Statistic value .....	12.0063
Monte Carlo rank .....	2/1000
P-value .....	0.002
5. Census areas included :	Jambangan
Maximum distance.....:	0 km (areas: Jambangan to Jambangan)
Number of cases .....	72
(Expected number of cases: 69.7722)	
Overall relative risk ..:	1.03193
Statistic value .....	0.0358318
Monte Carlo rank .....	1000/1000
P-value .....	1

## Lampiran 20. Output Flexscan Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 9999

FlexScan ver3.1.2 -- purely spatial

### MOST LIKELY CLUSTER

1. Census areas included : Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, PabeanCantikan, Kenjeran, Tambaksari, Sawahan  
 Maximum distance.....: 10.0431 km (areas: Sukomanunggal to Kenjeran)  
 Number of cases .....: 2318  
 (Expected number of cases: 1334.68)  
 Overall relative risk : 1.73674  
 Statistic value .....: 508.707  
 Monte Carlo rank .....: 1/10000  
 P-value .....: 0.0001

### SECONDARY CLUSTERS

2. Census areas included : Benowo  
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Benowo to Benowo)  
 Number of cases .....: 210  
 (Expected number of cases: 90.3256)  
 Overall relative risk : 2.32492  
 Statistic value .....: 59.3682  
 Monte Carlo rank .....: 1/10000  
 P-value .....: 0.0001
3. Census areas included : Tenggilis  
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Tenggilis to Tenggilis)  
 Number of cases .....: 188  
 (Expected number of cases: 104.411)  
 Overall relative risk : 1.80058  
 Statistic value .....: 27.8872  
 Monte Carlo rank .....: 1/10000  
 P-value .....: 0.0001
4. Census areas included : Gayungan  
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Gayungan to Gayungan)  
 Number of cases .....: 93  
 (Expected number of cases: 53.6546)  
 Overall relative risk : 1.73331  
 Statistic value .....: 12.0063  
 Monte Carlo rank .....: 19/10000  
 P-value .....: 0.0019
5. Census areas included : Jambangan  
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Jambangan to Jambangan)  
 Number of cases .....: 72  
 (Expected number of cases: 69.7722)  
 Overall relative risk : 1.03193  
 Statistic value .....: 0.0358318  
 Monte Carlo rank .....: 10000/10000  
 P-value .....: 1

## BIODATA PENULIS



Fitria Nur Maghfiroh lahir di Gresik pada tanggal 6 April 1992, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yang di TK. Sunan Prapen (1996-1998), MIM Al-Hasani (1998-2004), MTs. Masyhadiyah (2004-2007), MA Masyhadiyah (2007-2010) dan Diploma III Statistika FMIPA-ITS (2010-2013). Pada tahun 2013 penulis melanjutkan studi jenjang Sarjana di Jurusan Statistika FMIPA-ITS. Semasa kuliah penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Statistika-

ITS (HIMASTA-ITS) sebagai staf departemen kewirausahaan periode 2011-2012 dan sebagai ahli keuangan departemen kewirausahaan periode 2012-2013 serta aktif dalam Koperasi Mahasiswa ITS selama 2010-2013. Pengalaman bekerja penulis antara lain sebagai surveyor di lembaga konsultan Enciety, MPM Honda, survei AMDAL dan PT. Behaestex. Selain itu penulis juga pernah bekerja sebagai editor dalam proyek Resertifikasi Program Keluarga Harapan Kemensos RI serta analisis data di lembaga konsultan Redy. Segala saran dan kritik yang membangun serta bagi ingin berdiskusi lebih lanjut dengan Penulis mengenai Tugas Akhir ini dapat dikirimkan melalui email [fitrianurmaghfiroh@gmail.com](mailto:fitrianurmaghfiroh@gmail.com).



# PEMODELAN KASUS PNEUMONIA BALITA DI KOTA SURABAYA DENGAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION* DAN *FLEXIBLY SHAPED SPATIAL SCAN STATISTIC*

Fitria Nur Maghfiroh<sup>(1)</sup> dan I Nyoman Latra<sup>(2)</sup>, Purhadi<sup>(3)</sup>

Jurusan Statistika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail : fitrianurmaghfiroh@gmail.com<sup>(1)</sup>, i\_nyoman\_l@statistika.its.ac.id<sup>(2)</sup>, purhadi@statistika.its.ac.id<sup>(3)</sup>

**Abstrak** - Salah satu penyakit menular yang menjadi ancaman bagi balita adalah pneumonia. Pneumonia adalah proses infeksi akut yang mengenai jaringan paru-paru (alveoli). Penyakit ini menjadi momok dan penyebab kematian kedua pada balita setelah diare. Salah satu kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tinggi adalah Kota Surabaya. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan jumlah kasus pneumonia balita dengan metode *Geographically Weighted Poisson Regressions* (GWPR) dan mendeteksi kantong-kantong kasus pneumonia balita dengan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*. Hasil pemodelan GWPR diperoleh bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di tiap kecamatan berbeda-beda. Berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan didapatkan pengelompokkan sebanyak 11 kelompok. Untuk Hasil deteksi *hotspot* atau kantong pneumonia balita menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* didapatkan empat kantong yang menunjukkan bahwa kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko tinggi ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita daripada di luar kantong, yaitu kantong 1 terdiri atas Kecamatan Benowo yang memiliki nilai resiko sebesar 2,32. Kantong 2 terdiri atas Kecamatan Tenggilis Mejoyo yang memiliki nilai resiko sebesar 1,80. Sedangkan kantong 3 terdiri atas Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan yang memiliki nilai resiko sebesar 1,74 dan kantong 4 terdiri atas Kecamatan Gayungan yang memiliki resiko relatif sebesar 1,73.

**Kata Kunci** - *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*; GWPR; Pneumonia Balita

## I. PENDAHULUAN

**P**NEUMONIA adalah proses infeksi akut yang mengenai jaringan paru-paru (alveoli). Penyakit ini menjadi salah satu penyakit menular yang menjadi ancaman bagi balita. Pneumonia ini menjadi momok dan penyebab kematian kedua pada balita setelah diare. Salah satu kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tinggi adalah Kota Surabaya. Kota Surabaya menduduki urutan lima tertinggi wilayah yang memiliki kasus pneumonia balita sebesar 4.655 kasus [1].

Terkait dengan tujuan keempat MDGs yaitu menurunkan angka kematian balita hingga dua per tiga dalam kurun waktu 1990 – 2015, maka diperlukan upaya-upaya yang fokus pada penyebab kejadian dan kematian pada balita khususnya dikarenakan penyakit pneumonia. Beberapa penelitian sebelumnya mengenai pneumonia antara lain Rudan, et al<sup>[2]</sup> bahwa faktor risiko terjadinya pneumonia yang selalu ada (*definite*) meliputi gizi kurang, berat badan lahir rendah, tidak mendapatkan ASI, polusi udara dalam ruang, dan pemukiman padat. Menurut Departemen Kesehatan RI<sup>[3]</sup> bahwa salah satu sumber media penularan penyakit

pneumonia adalah kondisi fisik rumah serta lingkungan yang merupakan tempat hunian dan langsung berinteraksi dengan penghuninya. Menurut penelitian Santoso<sup>[4]</sup> dengan pendekatan *Geographically Weighted Regression* (GWR) diperoleh hasil bahwa faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pneumonia balita di Jawa Timur adalah pemberian vitamin A dan balita mendapat imunisasi.

Jumlah kasus pneumonia balita merupakan data *count* yang mengikuti distribusi poisson, sehingga analisis yang dapat digunakan adalah regresi poisson, namun dalam regresi poisson terdapat asumsi yang harus terpenuhi yaitu rata-rata dan varians harus sama (*equidispersion*). Kondisi *equidispersion* sulit terpenuhi, pada umumnya sering terjadi kasus *overdispersion*. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah *overdispersion* adalah *Generalized Poisson Regression* (GPR).

Perbedaan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya kasus pneumonia balita per wilayah berbeda-beda, hal ini dikarenakan kondisi setiap wilayah mempunyai perbedaan karakteristik satu sama lain. Kondisi lingkungan yang buruk dan tidak dilaksanakannya perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) menyebabkan berkembangnya vektor penyakit karena tersedianya media penyebab penularan berbagai penyakit. Oleh karena itu, faktor PHBS perlu diperhatikan karena dapat mencegah terjadinya penyakit. Sehingga dalam penelitian ini akan memperhatikan faktor spasial, dengan metode yang digunakan adalah *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR), dimana setiap wilayah akan menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik pengamatan.

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini dilakukan pemodelan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan metode GPR dan GWPR. Selain itu, perlu untuk mengetahui *hotspot* atau kantong kasus pneumonia balita dikarenakan dengan adanya informasi tersebut dapat diketahui wilayah mana saja yang memerlukan perhatian khusus dan prioritas utama dalam upaya menangani masalah kasus pneumonia balita, dimana metode yang digunakan adalah *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pneumonia Balita dan Faktor yang Mempengaruhi

Balita adalah anak umur 1 tahun tepat sampai umur 5 tahun kurang 1 hari. Anak umur 5 tahun tepat, tidak termasuk kelompok anak 1-5 tahun [5]. Pneumonia adalah penyakit yang disebabkan kuman *pneumococcus*, *staphylococcus*,



*streptococcus*, dan virus. Gejala penyakit pneumonia yaitu menggigil, demam, sakit kepala, batuk, mengeluarkan dahak, dan sesak napas [6].

Terjadinya pneumonia pada anak seringkali bersamaan dengan terjadinya proses infeksi akut pada bronkus yang disebut *bronchopneumonia*. Gejala penyakit pneumonia ini berupa nafas cepat dan nafas sesak, karena paru meradang secara mendadak. Batas nafas cepat adalah frekuensi pernafasan sebanyak 50 kali per menit atau lebih pada anak usia 2 bulan – 1 tahun dan 40 kali per menit atau lebih pada anak usia 1 tahun – 5 tahun [4].

### B. Regresi Poisson

Regresi poisson merupakan model regresi nonlinear yang sering digunakan untuk data *count*, dimana variabel respon mengikuti distribusi poisson [7]. Probabilitas distribusi poisson adalah sebagai berikut [8].

$$P(Y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

dengan  $\mu$  adalah rata-rata variabel random  $Y$  yang berdistribusi poisson dimana nilai rata-rata dan varians dari variabel random  $Y$  mempunyai nilai lebih dari nol. Model regresi poisson ditulis dengan persamaan berikut.

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (2)$$

dimana :

$$\mathbf{x}_i = [1 \quad x_{i1} \quad x_{i2} \quad \dots \quad x_{ik}]^T; \boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]^T$$

Penaksiran parameter regresi poisson dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan iterasi *Newton-Raphson*. Fungsi *likelihood* regresi poisson sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta}) = \frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})\right) \exp\left(\sum_{i=1}^n (y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})\right)}{\prod_{i=1}^n y_i!} \quad (3)$$

Pengujian signifikansi parameter terdiri dari uji serentak dan parsial yaitu menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT).

### C. Generalized Poisson Regression (GPR)

Model regresi *Generalized Poisson* (GPR) merupakan salah satu alternatif model untuk data yang berupa data *count* dimana terjadi pelanggaran asumsi pada distribusi poisson yaitu rata-rata dan varians mempunyai nilai yang sama. Selain parameter  $\mu$  dalam model GPR juga terdapat  $\theta$  sebagai parameter dispersi. Misalkan  $y_i = 0, 1, 2, \dots$  merupakan variabel respon maka distribusi respon maka distribusi *Generalized Poisson* adalah sebagai berikut [9].

$$f(y_i; \mu_i; \theta) = \left(\frac{\mu}{1+\theta\mu}\right)^{y_i} \frac{(1+\theta y_i)^{y_i-1}}{y_i!} \exp\left(-\frac{\mu(1+\theta y_i)}{1+\theta\mu}\right); y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

Dengan *mean* dan *variance* adalah sebagai berikut.

$$E(Y) = \mu \text{ dan } \text{Var}(Y) = \mu(1+\theta\mu)^2$$

Penaksiran parameter menggunakan metode MLE, dengan fungsi *likelihood* model GPR sebagai berikut.

$$L(\mu_i, \theta) = \left(\prod_{i=1}^n \left(\frac{\mu_i}{1+\theta\mu_i}\right)^{y_i}\right) \left(\prod_{i=1}^n \frac{(1+\theta y_i)^{y_i-1}}{y_i!}\right) \exp\left(-\frac{\mu_i(1+\theta y_i)}{1+\theta\mu_i}\right) \quad (5)$$

Pengujian signifikansi parameter terdiri dari uji serentak dan parsial yaitu menggunakan MLRT.

### D. Pengujian Aspek Data Spasial

Uji efek spasial dilakukan untuk mengetahui adanya efek spasial [10]. Pengujian dependensi spasial dilakukan menggunakan statistik uji Moran's I dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : I = 0 \text{ (Tidak terdapat dependensi spasial)}$$

$$H_1 : I \neq 0 \text{ (Terdapat dependensi spasial)}$$

Statistik Uji Moran's I sebagai berikut.

$$Z_{hit} = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{var}(\hat{I})}} \quad (6)$$

Tolak  $H_0$  apabila nilai  $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$  yang berarti terdapat dependensi spasial dalam model.

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan* (BP) dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$$

Statistik uji :

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \quad (7)$$

Tolak  $H_0$  jika nilai  $BP > \chi_{(\alpha, k)}^2$  yang berarti varians antar lokasi berbeda.

### E. Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)

Model GWPR adalah salah satu metode statistika yang merupakan pengembangan dari regresi poisson dengan penaksir parameter model bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi, dimana data memenuhi asumsi data berdistribusi poisson [11]. Model GWPR adalah sebagai berikut.

$$y_i \sim \text{poisson}(\mu_i) \text{ dimana : } \mu_i = \exp\left(\sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji}\right)$$

$$\text{maka } y_i \sim \text{poisson}\left(\exp\left(\sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji}\right)\right) \quad (8)$$

Dalam proses penaksiran parameter model GWPR di suatu titik  $(u_i, v_i)$  dibutuhkan pembobot spasial dimana pembobot yang digunakan adalah fungsi kernel *adaptive bisquare*.

Pengujian signifikansi parameter model GWPR terdiri dari uji kesamaan model, uji serentak dan uji parsial. Uji kesamaan model GWPR dengan poisson dilakukan dengan hipotesis berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$$

$$\text{Statistik uji : } F_{hit} = \frac{\text{Devians Model A/df}_A}{\text{Devians Model B/df}_B} \quad (9)$$

Model A adalah model regresi poisson dan model B adalah model GWPR. Tolak  $H_0$  jika nilai  $F_{hit} > F_{(\alpha, df_A, df_B)}$ , yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi Poisson dan model GWPR.

Penaksiran parameter menggunakan metode MLE, dengan fungsi *likelihood* model GWPR sebagai berikut.

$$L(\boldsymbol{\beta}(u, v)) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad (10)$$

Sedangkan pengujian signifikansi parameter terdiri dari uji serentak dan parsial dengan menggunakan MLRT.



#### F. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai AIC (*Akaike's Information Criterion*).

$$AIC = -2 \ln L(\beta) + 2K \quad (11)$$

D merupakan nilai devians model) dan K merupakan jumlah parameter dalam model. Model terbaik yang dipilih adalah model dengan nilai AIC paling kecil.

#### G. Multikolinearitas

Pendeteksian kasus multikolinieritas dilakukan menggunakan kriteria nilai *Variance Inflation Factor* [12]. Jika nilai VIF lebih besar dari 10 menunjukkan adanya multikolinieritas antar variabel prediktor.

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (12)$$

dengan  $R_j^2$  adalah koefisien determinasi antara  $X_j$  dengan variabel prediktor lainnya.

#### H. Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic

Metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* mempunyai *power* lebih tinggi daripada metode *Circular Spatial Scan Statistic* saat *cluster* yang dideteksi adalah *non-circular* dan fleksibel terhadap bentuk kantong yang dihasilkan sehingga tidak terbatas pada bentuk lingkaran saja. Algoritma yang digunakan untuk mendapatkan  $Z$  dengan *pre-specified maximum length*  $L$  adalah sebagai berikut [13].

1. Membuat sebuah matriks  $A = (a_{ih})$  berukuran  $n \times n$  sedemikian hingga

$$a_{ih} = \begin{cases} 1 & \text{jika wilayah } i \text{ dan } h \text{ bersebelahan atau contiguity} \\ 0 & \text{, untuk lainnya} \end{cases}$$

dan set  $Z_2 = \emptyset$  dan  $i_0 = 0$

2. Misalkan  $i_0 \leftarrow i_0 + 1$  dan  $i_0 (=1,2,\dots,m)$  menjadi wilayah awal. Kemudian dibentuk  $W_{i_0}$  yang terdiri dari  $(L-1)$  *nearest neighbours* ke wilayah awal  $i_0$  dan  $i_0$  sendiri, sebagai contoh  $W_{i_0} = (i_0, i_1, \dots, i_{L-1})$  dimana  $i_l$  adalah  $l$  wilayah ke- $l$  terdekat terhadap  $i_0$ .

3. Pertimbangkan semua himpunan  $Z \subset W_{i_0}$ , dimana termasuk wilayah awal  $i_0$ . Untuk himpunan  $Z$  lainnya, ulangi langkah 4-7.

4. Bagi himpunan  $Z$  menjadi dua disjoint :  $Z_0 = \{i_0\}$  dan  $Z_1$  dimana berisi wilayah lain yang terdapat dalam  $Z$ .

5. Buat dua himpunan baru  $Z_0$  dan  $Z_1$ .  $Z_0$  terdiri dari wilayah  $Z_1$  yang berbatasan dengan wilayah  $Z_0$ . Di sisi lain,  $Z_1$  terdiri dari wilayah  $Z_1$  yang tidak berbatasan dengan wilayah  $Z_0$ . Kemudian, ganti  $Z_0$  dan  $Z_1$  dengan  $Z'_0$  dan  $Z'_1$ .

6. Ulangi langkah 5 secara rekursif sampai  $Z_0$  dan  $Z_1$  menjadi himpunan kosong.

7. Buat kesimpulan sebagai berikut.

$Z$  dikatakan berhubungan (*connected*) ketika  $Z_1$  menjadi himpunan kosong terlebih dahulu dan tidak berhubungan ketika  $Z_0$  menjadi himpunan kosong terlebih dahulu, maka  $Z$  dimasukkan dalam set  $Z$ . Jika  $Z$  tidak berhubungan maka  $Z$  dibuang.

8. Ulangi langkah 2-7 sampai pada akhirnya diperoleh himpunan  $Z$  yang terdiri dari  $Z$  berbentuk tertentu dengan *maximum length* adalah  $L$ .

Uji statistik menggunakan pengujian hipotesis Monte Carlo.

#### I. Hotspot atau Kantong-Kantong

*Hotspot* didefinisikan sebagai lokasi atau wilayah terjadinya suatu kejadian yang tidak biasa atau kejadian luar biasa atau disebut juga wilayah kritis [14]. Sedangkan menurut Haran<sup>[15]</sup> didefinisikan sebagai lokasi atau wilayah yang konsisten memiliki karakteristik berbeda dengan daerah sekelilingnya. Dalam penelitian ini, *hotspot* disebut sebagai daerah kantong pneumonia balita, dapat diartikan sebagai kumpulan daerah-daerah yang memiliki kasus pneumonia balita lebih besar daripada daerah-daerah di luar kantong.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Laporan Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Kota Surabaya dan Laporan Surabaya Dalam Angka Badan Pusat Statistika Kota Surabaya Tahun 2014. Unit analisis dalam penelitian adalah 31 kecamatan di Kota Surabaya.

#### B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut.

1. Jumlah kasus Pneumonia Balita di tiap kecamatan ( $Y$ )
2. Persentase balita gizi buruk ( $X_1$ )
3. Persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali ( $X_2$ )
4. Persentase cakupan pelayanan anak balita ( $X_3$ )
5. Kepadatan penduduk ( $X_4$ )
6. Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) ( $X_5$ )
7. Persentase rumah sehat ( $X_6$ )
8. Persentase rumah tangga miskin ( $X_7$ )

#### C. Langkah Analisis

Langkah analisis untuk menyelesaikan permasalahan adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik jumlah kasus pneumonia balita beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Pemeriksaan multikolinearitas.
3. Menganalisis model regresi poisson.
4. Menganalisis model GPR.
5. Menguji aspek data spasial.
6. Memodelkan GWPR untuk kasus pneumonia balita di Kota Surabaya Tahun 2013 dan memetakan kecamatan berdasarkan kesamaan variabel yang signifikan.
7. Membandingkan nilai AIC antara regresi poisson, GPR dan GWPR.
8. Mendeteksi kantong-kantong pneumonia balita di Kota Surabaya dengan metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.

### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### A. Karakteristik Jumlah Kasus Pneumonia Balita Tahun dan Faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya

Pada Tahun 2013 jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya mencapai 4.655 kasus, dengan rata-rata sebesar 129



kasus. Kecamatan Tambaksari memiliki jumlah kasus tertinggi yaitu 684 kasus dan Kecamatan Pakal dan Gunung Anyar memiliki jumlah kasus terendah yaitu 7 kasus.

Untuk persentase balita gizi buruk ( $X_1$ ) menunjukkan bahwa rata-rata sebesar 1,0629 dengan keragaman data sebesar 0,2342. Capaian untuk persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali ( $X_2$ ), persentase pelayanan balita gizi buruk ( $X_3$ ) dan persentase rumah sehat ( $X_6$ ) mencapai batas maksimum yaitu sebesar 100 persen, hal ini menunjukkan bahwa program upaya pembangunan kesehatan Kota Surabaya semakin baik.

Kota Surabaya memiliki jumlah penduduk yang besar dengan kepadatan penduduk ( $X_4$ ) tertinggi di Kecamatan Simokerto sebesar 31193,82 jiwa/km<sup>2</sup> dan terendah di Kecamatan Pakal sebesar 2189,6 jiwa/km<sup>2</sup>. Dengan semakin baiknya pembangunan kesehatan Kota Surabaya namun masih terdapat rumah tangga miskin ( $X_7$ ) dengan persentase tertinggi adalah Kecamatan Semampir sebesar 28 persen dan terendah yaitu Kecamatan Tenggilis sebesar 4,87 persen.

Tabel 1.  
Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
$Y$	128,7	27362	7	684
$X_1$	1,0629	0,2342	0,36	2,17
$X_2$	87,90	118,59	45,64	100
$X_3$	77,20	223,81	35,59	100
$X_4$	11344	51377464	2189,6	31193,82
$X_5$	69,81	220,33	34,26	91,61
$X_6$	80,93	90,74	55,43	100
$X_7$	10,644	30,033	4,870	28,00

#### B. Pemeriksaan Multikolinieritas

Berikut merupakan hasil nilai VIF antara satu variabel prediktor dengan beberapa variabel prediktor lainnya.

Tabel 2.  
Nilai VIF dari Variabel Prediktor

Variabel	VIF	Variabel	VIF
$X_1$	1,059	$X_5$	1,211
$X_2$	1,755	$X_6$	1,837
$X_3$	1,125	$X_7$	1,565
$X_4$	1,402		

Tabel 2 menunjukkan nilai VIF dari masing-masing variabel prediktor memiliki nilai kurang dari 10, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat korelasi yang tinggi antar variabel prediktor.

#### C. Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan Regresi Poisson

Berikut adalah hasil estimasi parameter model regresi poisson.

Tabel 3.  
Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	Standart Error	$Z_{hitung}$	P-value
$\beta_0$	8,137	0,2112	38,527	$<2 \times 10^{16*}$
$\beta_1$	0,4003	0,03177	12,6	$<2 \times 10^{16*}$
$\beta_2$	-0,06456	0,002076	-31,099	$<2 \times 10^{16*}$
$\beta_3$	0,0117	0,001249	9,367	$<2 \times 10^{16*}$
$\beta_4$	0,0001183	0,000000274	43,117	$<2 \times 10^{16*}$
$\beta_5$	-0,03493	0,001472	-23,727	$<2 \times 10^{16*}$
$\beta_6$	0,02646	0,002619	10,103	$<2 \times 10^{16*}$
$\beta_7$	-0,03883	0,003314	-11,717	$<2 \times 10^{16*}$
Devians : 1711,4      DF : 23      AIC : 1913,2				

\*signifikan pada  $\alpha=0,1$

Hasil dari pengujian secara serentak model regresi poisson diperoleh nilai devians sebesar 1714,4, hal ini berarti nilai devians lebih besar dari  $\chi^2_{(0,1;7)} = 12,017$ . Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model.

Selanjutnya dilakukan pengujian secara parsial, variabel dikatakan berpengaruh terhadap model jika nilai  $|Z_{hitung}| > Z_{(0,10/2)}$  dimana  $Z_{(0,05)} = 1,64$ . Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa semua variabel prediktor berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita.

#### D. Pemodelan GPR

Hasil pemodelan regresi poisson diperoleh hasil bahwa nilai devians dibagi dengan derajat bebasnya lebih besar dari 1, artinya data jumlah kasus pneumonia balita terjadi *overdispersion*, sehingga dilakukan analisis menggunakan metode GPR.

Pengujian serentak model GPR menghasilkan keputusan tolak  $H_0$  karena nilai devians sebesar 344,1 lebih besar dari  $\chi^2_{(0,1;7)} = 12,017$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model. Pengujian parameter secara parsial GPR dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.  
Estimasi Parameter Model GPR

Parameter	Estimasi	Standart Error	$Z_{hitung}$	P-value
$\beta_0$	3,8014	6,6045	0,58	0,5691
$\beta_1$	0,7159	1,2444	0,58	0,5692
$\beta_2$	-0,06852	0,03479	-1,97	0,0579*)
$\beta_3$	0,01776	0,01676	1,06	0,2975
$\beta_4$	0,000074	0,000041	1,82	0,0780*)
$\beta_5$	-0,01919	0,01413	-1,36	0,1844
$\beta_6$	0,05658	0,06699	0,84	0,4048
$\beta_7$	0,05648	0,1094	0,52	0,6092
$\theta$	0,09421	0,01533	6,15	$<0,0001$
Devians : 344,1      AIC : 362,1				

\*)signifikan pada  $\alpha=0,1$

Tabel 4 menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita di Kota Surabaya adalah  $X_2$  dan  $X_4$ , sehingga model GPR yang terbentuk sebagai berikut.  

$$\hat{\mu} = \exp(3,8014 + 0,7159X_1 - 0,06852X_2 + 0,01776X_3 + 0,000074X_4 - 0,01919X_5 + 0,0558X_6 + 0,05648X_7)$$

#### E. Pengujian Aspek Data Spasial

Hasil pengujian heterogenitas diperoleh nilai statistik uji *Breusch-Pagan* sebesar 15,191 dan p-value sebesar 0,0336. Hal ini berarti nilai *Breusch-Pagan* lebih besar dari  $\chi^2_{(0,1;7)} = 12,017$  dan p-value kurang dari  $\alpha$  sebesar 0,10. Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya.

Berdasarkan hasil pengujian dependensi spasial diperoleh p-value sebesar 0,000 yang berarti bahwa p-value kurang dari 0,1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat depensi spasial antar wilayah.



### F. Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan GWPR

Uji kesamaan model dilakukan sebelum dilakukan uji parameter secara serentak maupun parsial. Uji kesamaan model dilakukan dengan hipotesis berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

Berikut adalah hasil uji kesamaan antara model regresi poisson dengan GWPR.

Tabel 5.  
Uji Kesamaan Model

Model	Devians	DF	Devians/df	F <sub>hitung</sub>
Global	1711,4	23	74,409	1,52
GWPR	248,576	5,086	48,878	

Tabel 5 menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{(0,1;23;5,086)}$  yaitu  $1,52 < 3,15$  maka berarti bahwa tidak terdapat perbedaan antara model regresi poisson dengan model GWPR.

Hasil dari pengujian secara serentak didapatkan nilai devians model GWPR sebesar 248,576 maka hal ini berarti nilai devians lebih besar dari  $\chi^2_{(0,1;7)}$ . Hal ini menunjukkan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita.

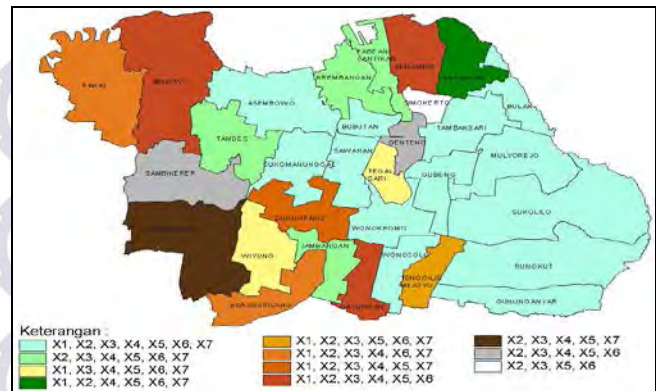
Dari pemodelan GWPR didapatkan bahwa variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan berbeda-beda. Berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh didapatkan pengelompokan sebanyak 11 kelompok.

Tabel 6.

Pengelompokkan Kecamatan Berdasarkan Kesamaan Variabel yang Signifikan

Kel.	Kecamatan	Variabel yang Signifikan
1	Wonocolo, Gunung Anyar, Rungkut, Sukulilo, Mulyorejo, Gubeng, Wonokromo, Sukomanunggal, Sawahan, Tambaksari, Bulak, Bubutan dan Asemrowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
2	Jambangan, Tandes, Pabean Cantikan, Krembangan	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
3	Wiyung, Tegalsari	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
4	Kenjeran	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7$
5	Tenggiling Mejoyo	$X_1, X_2, X_3, X_5, X_6, X_7$
6	Karangpilang, Pakal	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7$
7	Dukuh Pakis	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_7$
8	Gayungan, Semampir, Benowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
9	Lakarsantri	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_7$
10	Sambikerep, Genteng	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
11	Simokerto	$X_2, X_3, X_5, X_6$

Berikut merupakan peta yang menggambarkan pengelompokan wilayah berdasarkan kesamaan variabel yang signifikan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengelompokkan Kecamatan berdasarkan Kesamaan Variabel yang Signifikan

Sebagai contoh akan ditampilkan pengujian parameter pada wilayah ke – 24 ( $u_{24}, v_{24}$ ) yaitu Kecamatan Simokerto.

Tabel 7.

Estimasi Parameter Model GWPR Kecamatan Simokerto

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z <sub>hitung</sub>
$\beta_0$	7,610959	0,776669	9,799491 <sup>a)</sup>
$\beta_1$	0,044173	0,036152	1,221897
$\beta_2$	- 0,09188	0,004905	- 18,733100 <sup>a)</sup>
$\beta_3$	- 0,04432	0,005078	- 8,727860 <sup>a)</sup>
$\beta_4$	0,000011	0,000009	1,345243
$\beta_5$	- 0,02503	0,003885	- 6,442390 <sup>a)</sup>
$\beta_6$	0,129105	0,010271	12,569930 <sup>a)</sup>
$\beta_7$	0,0032	0,004416	0,724609

<sup>a)</sup>signifikan pada  $\alpha=0,1$

Dapat diketahui variabel yang signifikan di Simokerto adalah  $X_2, X_3, X_5, X_6$  sehingga model yang terbentuk sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(7,61059 + 0,44173X_1 - 0,09188X_2 - 0,04432X_3 + 0,00001X_4 - 0,02503X_5 + 0,129105X_6 + 0,032X_7)$$

Dari model dapat diketahui bahwa jika persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali ( $X_2$ ) meningkat satu persen, maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus pneumonia balita sebesar  $\exp(0,09188) = 1,09 \approx 1$  kasus dengan syarat semua variabel konstan. Hal ini sesuai dikarenakan apabila balita mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali membuat kekebalan tubuh balita tidak mudah terserang penyakit khususnya pneumonia. Interpretasi juga berlaku untuk variabel yang lain, dimana besarnya kenaikan atau penurunan bergantung pada nilai masing-masing parameter.

Untuk mengetahui model mana yang lebih sesuai maka dilakukan perbandingan antar model dengan Kriteria nilai AIC. Model yang terbaik adalah menghasilkan nilai AIC terkecil.

Tabel 8.  
Perbandingan Nilai AIC

Model	AIC
Regresi Poisson	1727,4
Generalized Poisson Regression	362,1
GWPR	297,23

Dari Tabel 8 diperoleh model yang terbaik adalah GWPR. maka untuk analisis *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* maka menggunakan hasil dari pemodelan GWPR.



### G. Pendeteksian Kantong Pneumonia Balita Menggunakan Metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*

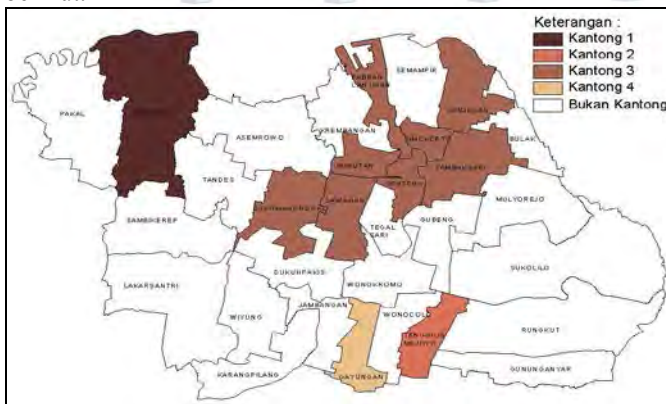
Pengujian tingkat signifikansi dilakukan dengan teknik simulasi monte carlo, dimana pengulangan dilakukan sebanyak 99, 999 dan 9999 menghasilkan kesimpulan yang sama baik dari sisi jumlah kantong pneumonia balita yang dideteksi maupun resiko relatifnya. Perbedaan hasil hanya pada keakuratan *p-value*.

Tabel 8.

Hasil Deteksi Kantong Pneumonia Balita di Kota Surabaya

Kantong Pneumonia Balita	Jumlah Kec.	Jumlah Kasus	Harapan	Resiko Relatif	P-value
1	1	210	90,33	2,32	0,0001
2	1	188	104,41	1,80	0,0001
3	8	2318	1334,68	1,74	0,0001
4	1	93	53,6546	1,73	0,0019

Deteksi kasus pneumonia balita di Kota Surabaya menghasilkan empat kantong yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Peta Pendeteksian Kasus Pneumonia Balita

Berdasarkan Tabel 8 dan Gambar 2 diperoleh informasi untuk setiap kantong sebagai berikut :

1. Kantong pneumonia balita 1 terdiri dari Kecamatan Benowo, dimana kecamatan yang berada dalam kantong 1 memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita sebesar 2,32 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 1.
2. Kantong pneumonia balita 2 terdiri dari Kecamatan Tenggiling Mejoyo, dimana kecamatan yang berada dalam kantong 2 memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita sebesar 1,80 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 2.
3. Kantong pneumonia balita 3 terdiri dari Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan. Dimana kecamatan yang berada dalam kantong 3 memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita sebesar 1,74 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 3.
4. Kantong pneumonia balita 4 terdiri dari Kecamatan Gayungan, dimana kecamatan yang berada dalam kantong 4 memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita sebesar 1,73 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 4.
5. Kecamatan yang berwarna putih merupakan wilayah yang tidak termasuk dalam kantong kasus pneumonia balita, artinya 20 kecamatan memiliki resiko yang kecil ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita.

### V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil pemodelan GWPR diperoleh bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di tiap kecamatan berbeda-beda, berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan didapatkan pengelompokkan sebanyak 11 kelompok. Untuk Hasil deteksi *hotspot* atau kantong pneumonia balita menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* didapatkan bahwa terdapat empat kantong yang menunjukkan bahwa kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko tinggi ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita.

Dari hasil analisis terdapat beberapa hal yang disarankan, untuk penelitian selanjutnya bisa dilanjutkan dengan metode *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR) dikarenakan terjadi kasus *overdispersion*. Bagi Dinas Kesehatan Kota Surabaya sebaiknya memberikan arahan kepada masyarakat mengenai variabel yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita di tiap kecamatan, selain itu perlu memprioritaskan kecamatan yang berada dalam kantong kasus pneumonia balita dikarenakan kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko lebih besar ditemukannya kasus pneumonia balita dibandingkan kecamatan yang berada di luar kantong.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2014). *Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2013*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- [2] Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbell H. (2008). *Epidemiology and etiology of childhood pneumonia*. *Bull World Health Organ* 2008, 86 (5): 408-416.
- [3] Departemen Kesehatan RI. (2002). *Pedoman Program Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut Untuk Penanggulangan Pneumonia Pada Balita*. In A. Azwar, & D. P. PLP (Ed.), *Pengantar Kesehatan Lingkungan* (pp. 4-20). Jakarta: Penerbit Mutiara.
- [4] Santoso, F. P. (2012). *Faktor-Faktor Eksternal Pneumonia Pada Balita di Jawa Timur Dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression (GWR)*. Surabaya: ITS.
- [5] Departemen Kesehatan RI. (2006). *Pedoman Pengendalian Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut*. Jakarta : Depkes RI.
- [6] Kementerian Kesehatan RI. (2014). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2013*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [7] Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- [8] Myers, R. (1990). *Classical and Modern Regression With Applications, second edition*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.
- [9] Famoye, F., Wulu, J. T., & Singh, K. P. (2004). *On The Generalizes Poisson Regression Model with an Application to Accident Data*. *Journal of Data Science* 2, 287-295.
- [10] Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- [11] Fotheringham, A.S., Brundson, C., dan Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression. The Analysis Of Spatially Varying Relationship*. England : John Wiley & Sons Ltd.
- [12] Hocking, R. (1996). *Methods and Applications of Linear Models*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- [13] Tango, T. dan Takahashi, K. (2005) *A Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic For Detecting Clusters*. *International Journal of Health Geographics*, Volume: 4 :11.
- [14] Patil, G.P. & Taillie C. (2003). *Upper Level Set Scan Statistic For Detecting Arbitrarily Shaped Hotspots*. *Environmental and Ecological Statistics*, Volume : 11 : 183-197.
- [15] Haran, M., Molineros J., & Patil, G.P. (2006). *Large Scale Plant Disease Forecasting. Technical Report Number 2006-0530. Presented at the 7<sup>th</sup> Annual International Conference on Digital Government Research*.





# SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR



## PEMODELAN KASUS PNEUMONIA BALITA DI KOTA SURABAYA DENGAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION DAN FLEXIBLY SHAPED SPATIAL SCAN STATISTIC*



**CEGAH PNEUMONIA**

Oleh :

Fitria Nur Maghfiroh (1313 105 028)

Pembimbing :

Dr. I Nyoman Latra, MS

Co . Pembimbing :

Dr. Purhadi, M. Sc.





# AGENDA



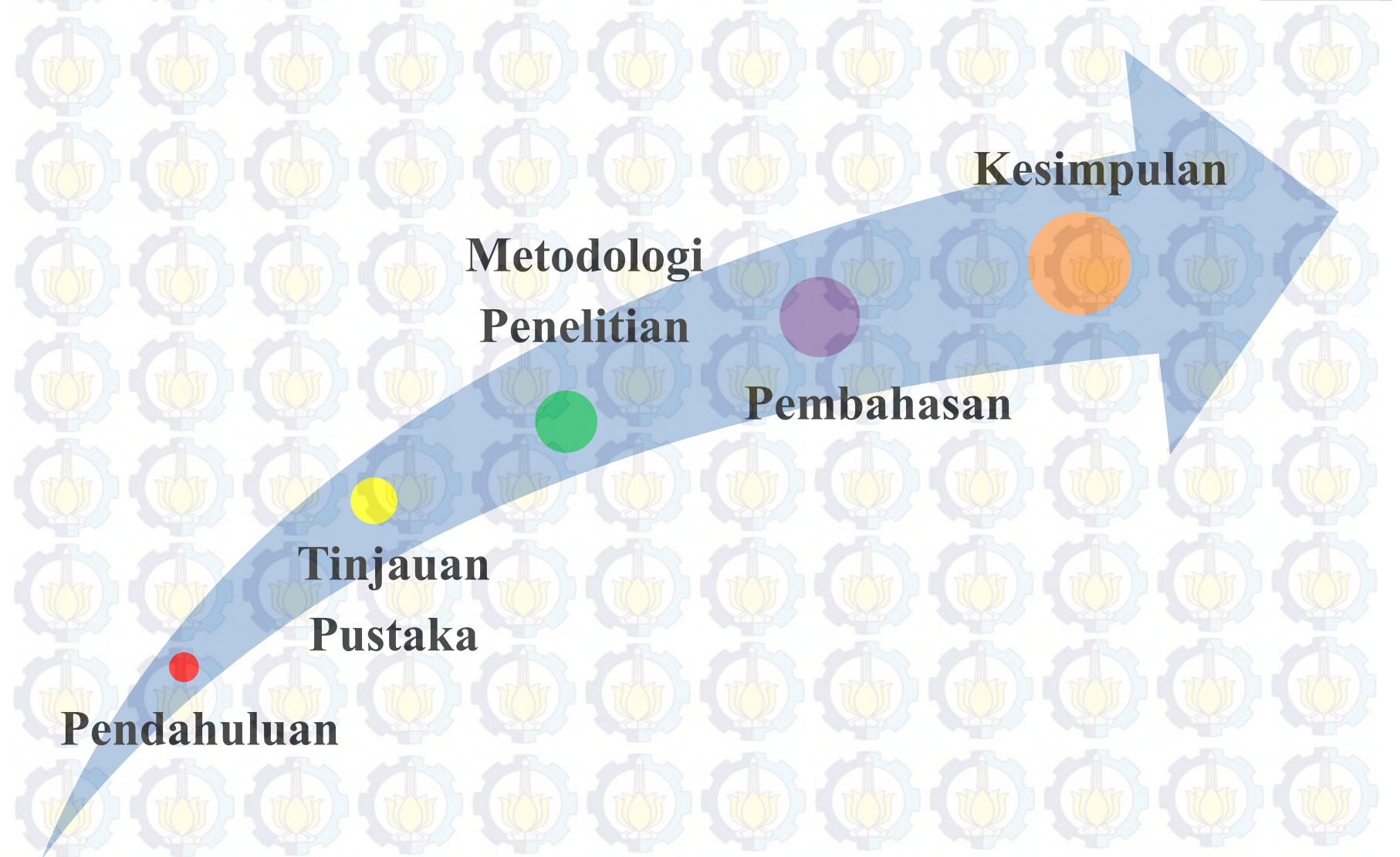
**Kesimpulan**

**Metodologi  
Penelitian**

**Pembahasan**

**Tinjauan  
Pustaka**

**Pendahuluan**







# BAB I

# PENDAHULUAN





# PENDAHULUAN



## Latar Belakang

### Prioritas Masalah

### Kesehatan

Pembangunan Kesehatan

Penyakit Menular

Pneumonia

Penyebab kematian kedua

Perlu

Tahun 2012 : 84.392 kasus

Tahun 2013 : 97.735 kasus

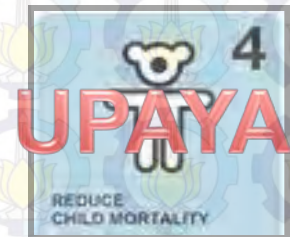
Sumber : Profil Kesehatan Dinkes Jatim

### Fokus perhatian

pada kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tertinggi



Sumber : Profil Kesehatan Dinkes Surabaya



Fokus pada khususnya penyakit pneumonia





# PENDAHULUAN



## Penelitian Sebelumnya tentang **Pneumonia** :

**Depkes RI (2002 )** : kondisi fisik rumah serta lingkungan yang merupakan tempat hunian dan langsung berinteraksi dengan penghuninya.

**Rudan,et al (2008)** : Gizi kurang, berat badan lahir rendah, tidak mendapatkan ASI, polusi udara dalam ruang, dan pemukiman padat

**Yuwono (2008)** : lantai, kondisi dinding rumah, luas ventilasi rumah, tingkat kepadatan hunian, tingkat kelembaban, penggunaan jenis bahan bakar kayu dan kebiasaan anggota keluarga yang merokok

**Santoso (2012)** : pemberian vitamin A dan balita mendapat imunisasi.

**Kusumawati (2013)** : kebutuhan balita, sanitasi lingkungan dan pelayanan kesehatan.

Dari uraian di atas menunjukkan **masih tingginya** kasus pneumonia balita di Kota Surabaya

**Penelitian** perlu memperhatikan **kondisi setiap wilayah (faktor spasial)** dan **mengidentifikasi keberadaan kantong-kantong jumlah kasus pneumonia balita**





# PENDAHULUAN



## Latar Belakang

Pemodelan data *count* :  
Jumlah Kasus pneumonia balita

Regresi Poisson

Kasus *overdispersion*

Faktor Spasial  
dipertimbangkan

*Generalized Poisson  
Regression (GPR)*

*Geographically Weighted  
Poisson Regression  
(GWPR)*

Penelitian tentang GPR :  
Assriyanti (2011)

Penelitian tentang GWPR :  
Aulele (2010)  
Qomariyah (2014)





# PENDAHULUAN



Penelitian Sebelumnya mengenai **GPR** dan **GWPR** :

**Assriyanti (2011)** : Pada kasus pemodelan jumlah AIDS di Jawa Timur Tahun 2008, dengan hasil penelitian bahwa **model *Generalized Poisson Regression* menghasilkan nilai AIC yang paling kecil** daripada model regresi poisson dan GWPR.

**Aulele (2010)** : Pada kasus jumlah kematian bayi di Propinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah tahun 2007, dengan hasil penelitian bahwa **model GWPR memiliki nilai AIC kecil dibandingkan model regresi poisson.**

**Qomariyah (2014)** : Pada kasus pemodelan jumlah kematian ibu di Jawa Timur , dengan hasil penelitian bahwa **AIC model GWPR lebih kecil dibandingkan dengan regresi poisson.**



# PENDAHULUAN



## Latar Belakang

Selain mengetahui **faktor-faktor yang berpengaruh** terhadap kasus pneumonia balita, maka perlu mengidentifikasi **hotspot atau kantong kasus pneumonia balita**



### *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*

Penelitian sebelumnya :

**Hasibuan (2008)** : menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* diperoleh tujuh kantong kemiskinan di Indramayu Jawa Barat





# PENDAHULUAN



## Perumusan Masalah



1 Faktor apa saja yang berpengaruh dan bagaimana pemodelan terhadap jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) ?

2 Bagaimana mendeteksi kantong-kantong jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan pendekatan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* ?





# PENDAHULUAN



## Tujuan Penelitian

Mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita dan memodelkan jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan *Geographically Weighted Poisson Regression*

Mendeteksi kantong-kantong jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan pendekatan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.



# PENDAHULUAN



## Manfaat Penelitian

1. Memberikan wawasan pengetahuan terkait metode *Geographically Weighted Poisson Regression* sebagai aplikasi khususnya di bidang kesehatan.
2. Memberikan informasi mengenai **faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus pneumonia balita** serta **mengetahui keberadaan kantong-kantong kasus pneumonia balita di Kota Surabaya** sehingga hasil penelitian dapat digunakan sebagai masukan untuk membuat langkah-langkah agar dapat mengurangi jumlah penyakit pneumonia balita.

## Batasan Penelitian

Penelitian ini menggunakan data jumlah kasus pneumonia balita yang ditemukan di puskesmas Kota Surabaya pada tahun 2013.





# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA





# TINJAUAN PUSTAKA



## Statistika Deskriptif

Metode – metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu himpunan data, sehingga memberikan informasi sesuai dengan yang diinginkan (Walpole, 1995).

Contoh statistika deskriptif adalah rata-rata, varians, nilai minimum, nilai maksimum dan peta tematik.

## Regresi Poisson

Model regresi nonlinear yang sering digunakan untuk data *count*, dimana variabel respon mengikuti distribusi poisson Agresti (2002).

Probabilitas distribusi poisson adalah sebagai berikut :

$$P(Y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots$$

Misalkan terdapat sekumpulan data dengan struktur berikut

$$\begin{bmatrix} y_1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{k1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_n & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{kn} \end{bmatrix}$$



Model Regresi Poisson :

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})$$



## Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Penaksiran parameter regresi poisson dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan fungsi *ln-likelihood* sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = -\sum_{i=1}^n \left( \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \right) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!)$$

Pendugaan parameter pada regresi poisson dengan memaksimumkan fungsi *likelihood* dan menggunakan metode iterasi Newton-Raphson





# TINJAUAN PUSTAKA



## Pengujian Parameter Model Regresi Poisson

### Serentak

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik Uji :

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = 2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right)$$

Daerah Kritis :

$$\text{Tolak } H_0 \text{ jika nilai } D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; k)}$$

### Parsial

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik Uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)}$$

Daerah Kritis :

$$\text{Tolak } H_0 \text{ jika nilai } |Z| > Z_{\alpha/2}$$





# TINJAUAN PUSTAKA



## *Overdispersion* Regresi Poisson

Untuk mendeteksi *Over/under dispersion* dengan cara membagi nilai **pearson chi-square** dan **deviance** dengan derajat bebasnya, apabila diperoleh nilai lebih besar dari 1 mengindikasikan adanya kasus *overdispersion*, sebaliknya nilai lebih kecil dari 1 mengindikasikan adanya kasus *underdispersion*.



## **Generalized Poisson Regression (GPR)**

salah satu alternatif model untuk data yang berupa data *count* dimana terjadi pelanggaran asumsi pada distribusi poisson yaitu rata-rata dan varians mempunyai nilai yang sama (Wang dan Famoye, 1997).

Distribusi *Generalized Poisson* :

$$f(y_i; \mu; \theta) = \left( \frac{\mu}{1 + \theta \mu} \right)^{y_i} \frac{(1 + \theta y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp \left( - \frac{\mu(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu} \right), y_i = 0, 1, 2, \dots$$

Dengan *mean* dan *variance* adalah sebagai berikut.

$$E(Y) = \mu \text{ dan } \text{Var}(Y) = \mu(1 + \theta \mu)^2$$

Model *Generalized Poisson Regression* (GPR) :

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}), i = 1, 2, \dots, n$$





# TINJAUAN PUSTAKA



## Penaksir Parameter Model GPR

Penaksiran parameter GPR dilakukan menggunakan metode MLE dengan fungsi *ln-likelihood* GPR sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\ln L(\beta, \theta) &= \sum_{i=1}^n \left\{ y_i \ln(\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) - y_i \ln(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) - \ln(y_i!) - \frac{\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})} \right\} \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ y_i (\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) - y_i \ln(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) - \ln(y_i!) - \frac{\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})} \right\}^{-1}\end{aligned}$$

Pendugaan parameter pada GPR dengan memaksimumkan fungsi *likelihood* dan menggunakan metode iterasi Newton-Raphson.





# TINJAUAN PUSTAKA



## Pengujian Parameter Model GPR

### Serentak

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$H_1$  : minimal ada satu  $\beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,k$

Statistik Uji :

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = 2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right)$$

Daerah Kritis :

Tolak  $H_0$  jika nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha;k)}$

### Parsial

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$H_1 : \beta_j \neq 0, j=1,2,\dots,k$

Statistik Uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)}$$

Daerah Kritis :

Tolak  $H_0$  jika nilai  $|Z| > Z_{\alpha/2}$



# TINJAUAN PUSTAKA



## Pengujian Aspek Data Spasial

### Dependensi Spasial

Hipotesis :

$$H_0 : I = 0$$

(Tidak terdapat dependensi spasial)

$$H_1 : I \neq 0$$

(Terdapat dependensi spasial)

Statistik Uji :

$$Z_{hit} = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{var}(\hat{I})}}$$

Daerah Kritis :

Tolak  $H_0$  apabila nilai  $|Z_{hit}|$  lebih besar dari nilai  $Z_{\alpha/2}$

### Heterogenitas Spasial

Hipotesis :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

(Varians antar lokasi sama)

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$$

(Varians antar lokasi berbeda)

Statistik Uji :

$$BP = \left( \frac{1}{2} \right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f}$$

Daerah Kritis :

Tolak  $H_0$  apabila  $BP > \chi_{(\alpha, k)}^2$





## *Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)*

Salah satu metode statistika yang merupakan pengembangan dari regresi poisson dengan penaksir parameter model bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi, dimana data memenuhi asumsi data berdistribusi Poisson.

**Model GWPR :**

$$y_i \sim \text{poisson}(\mu_i)$$

dimana :  $\mu_i = \exp \left( \sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji} \right)$  maka  $y_i \sim \exp \left( \sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji} \right)$

Dengan :

$k$  = Banyaknya variabel prediktor

$y_i$  = Nilai observasi respon ke- $i$

$x_{ji}$  = Nilai observasi variabel prediktor ke- $j$  pada pengamatan lokasi  $(u_i, v_i)$

$\beta_j(u_i, v_i)$  = Koefisien regresi variabel prediktor ke- $j$  untuk setiap lokasi  $(u_i, v_i)$

$(u_i, v_i)$  = Koordinat lintang dan bujur dari titik ke- $i$  pada suatu lokasi geografis





## Penaksir Parameter Model GWPR

Penaksiran parameter dilakukan menggunakan metode MLE dengan memberikan pembobot pada fungsi *ln-likelihood*. Fungsi *ln-likelihood* sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) = \sum_{i=1}^n \left( -\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) - \ln(y_i!) \right) w_{ij}(u_i, v_i)$$

Pendugaan parameter pada GWPR dengan memaksimumkan fungsi *likelihood* dan menggunakan metode *newton-raphson*.



## Pengujian Parameter Model GWPR

### 1 Menguji kesamaan antara model GWPR dan model regresi poisson

#### Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j ; i = 1, 2, \dots, n ; j = 0, 1, 2, \dots, k$$

$$\text{Statistik Uji : } F_{\text{hit}} = \frac{\text{Devians Model A} / df_A}{\text{Devians Model B} / df_B}$$

Misalkan model b adalah model GWPR dengan derajat bebas  $df_B$  dan model A dengan derajat bebas  $df_A$  adalah model regresi poisson.

#### Daerah Kritis :

Tolak  $H_0$  jika nilai  $F_{\text{hit}} > F_{(\alpha, df_A, df_B)}$





# TINJAUAN PUSTAKA



## Pengujian Parameter Model GWPR

2

Serentak

**Hipotesis :**

$$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) = \dots = \beta_k(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; j=1,2,\dots,k$$

**Statistik Uji :**

$$D(\hat{\beta}) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega}))$$

**Daerah Kritis :**

$$\text{Tolak } H_0 \text{ jika nilai } D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; k)}$$

3

Parsial

**Hipotesis :**

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0$$

**Statistik Uji :**

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))}$$

**Daerah Kritis :**

$$\text{Tolak } H_0 \text{ jika nilai } |Z| > Z_{\alpha/2}$$





# TINJAUAN PUSTAKA



## Penentuan *Bandwith* dan Pembobot Optimum (1)

*Bandwidth* merupakan lingkaran dengan radius  $b$  dari titik pusat lokasi yang digunakan sebagai dasar menentukan bobot setiap pengamatan.

*Nilai bandwidth yang sangat kecil* menyebabkan varians semakin besar, karena semakin sedikit pengamatan yang berada dalam radius  $b$ .

*Nilai bandwidth yang besar* akan menimbulkan bias yang semakin besar karena semakin banyak pengamatan yang berada dalam radius  $b$ .

Penentuan **metode optimum** dilakukan menggunakan **metode Cross Validation (CV)**.

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n (y_i - y_{\hat{i}}(b))^2$$



## Penentuan *Bandwith* dan Pembobot Optimum (2)

Dalam proses penaksiran parameter model GWPR di suatu titik  $(u_i, v_i)$  dibutuhkan adanya pembobot spasial dimana pembobot yang digunakan adalah fungsi kernel *Adaptive Bisquare*.

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^2\right)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad \text{dengan } d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$$

$d_{ij}$  adalah jarak *Euclidean* antara lokasi  $(u_i, v_i)$  dan lokasi  $(u_j, v_j)$

$b$  adalah nilai *bandwidth* optimum pada tiap lokasi.

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai AIC (*Akaike's Information Criteriation*).

$$AIC = D + 2K$$





# TINJAUAN PUSTAKA



## Multikolinearitas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi adalah **tidak terdapat korelasi** antara satu variabel prediktor dengan variabel prediktor yang lain.

### Pendeteksian Kasus Multikolinearitas

$$VIF > 10$$

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

dimana :

$R_j^2$  adalah koefisien determinasi antara  $X_j$  dengan variabel prediktor lainnya.

(Hocking, 1996).



## Metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* (1)

Beberapa metode *Spatial Scan Statistic* antara lain :

*Circular Spatial Scan Statistic* yang diperkenalkan oleh **Martin Kulldorf (1997)**

*Upper Level Set Scan Statistic (Noncircular Spatial Scan Statistic)* yang diperkenalkan oleh Patil dan Taillie(2003)

*Metode Flexibly Spatial Scan Statistic* yang diperkenalkan pertama kali oleh **Toshio Tango dan Kunihiro Takahashi (2005)**



# TINJAUAN PUSTAKA



## Pneumonia Balita

- Penyakit yang disebabkan kuman *pneumococcus*, *staphylococcus*, *streptococcus*, dan virus.
- Gejala penyakit pneumonia antara lain : menggigil, demam, sakit kepala, batuk, mengeluarkan dahak, dan sesak napas (Kementerian Kesehatan RI, 2014).
- Gejala penyakit pneumonia ini berupa nafas cepat dan nafas sesak, karena paru meradang secara mendadak. Batas nafas cepat adalah frekuensi pernafasan sebanyak 50 kali per menit atau lebih pada anak usia 2 bulan – 1 tahun dan 40 kali per menit atau lebih pada anak usia 1 tahun – 5 tahun (Santoso, 2012).





# TINJAUAN PUSTAKA



## Faktor – Faktor yang Mempengaruhi

### Departemen Kesehatan RI (2002)

- a. **Faktor Ekstrinsik** , meliputi umur, jenis kelamin, status gizi, berat badan lahir rendah, status imunisasi, pemberian ASI dan pemberian vitamin A
- b. **Faktor Intrinsik**, kepadatan tempat tinggal, polusi udara, tipe rumah, ventilasi, kelembaban, letak dapur, jenis bahan bakar penggunaan obat nyamuk, asap rokok, penghasilan keluarga serta faktor ibu baik pendidikan, umur ibu dan penghasilan ibu

### Ruden, et al (2008)

Gizi kurang, berat badan lahir rendah, tidak mendapatkan ASI, polusi udara dalam ruang, dan pemukiman pada

### Hockenberry dan Wilson (2009)

1. **Faktor penyebab (*agent*)** : penyebab dari penyakit pneumonia yaitu bakteri, virus
2. **Faktor manusia (*host*)** : berat badan lahir, riwayat pemberian ASI, status gizi, riwayat pemberian vitamin A, riwayat imunisasi
3. **Faktor Lingkungan (*environment*)** : faktor-faktor yang berhubungan dengan rumah dan kondisi sekitar, yaitu meliputi kondisi rumah, ventilasi rumah kelembaban, cuaca, polusi udara dan status sosial ekonomi.





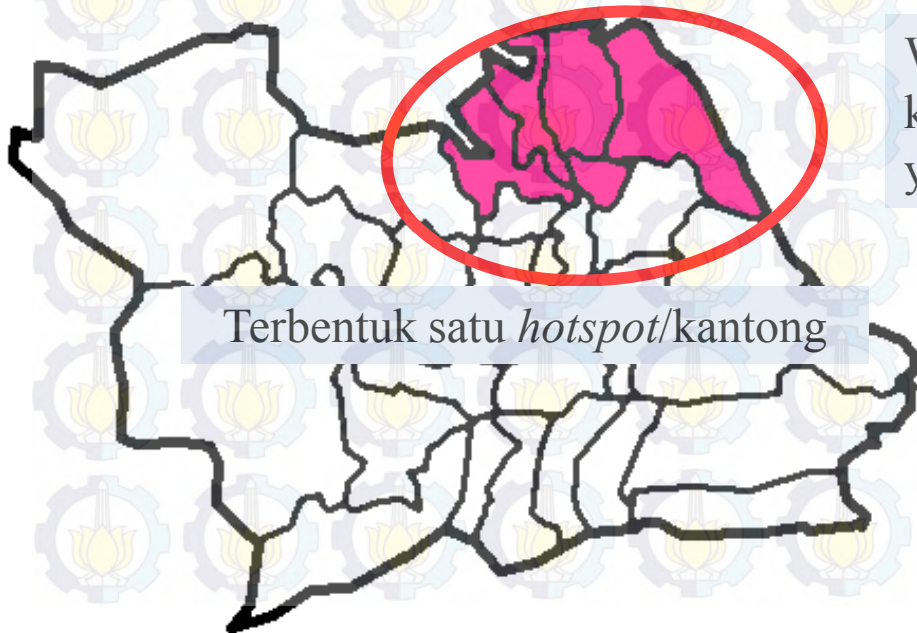
# TINJAUAN PUSTAKA



## Hotspot atau Kantong-Kantong

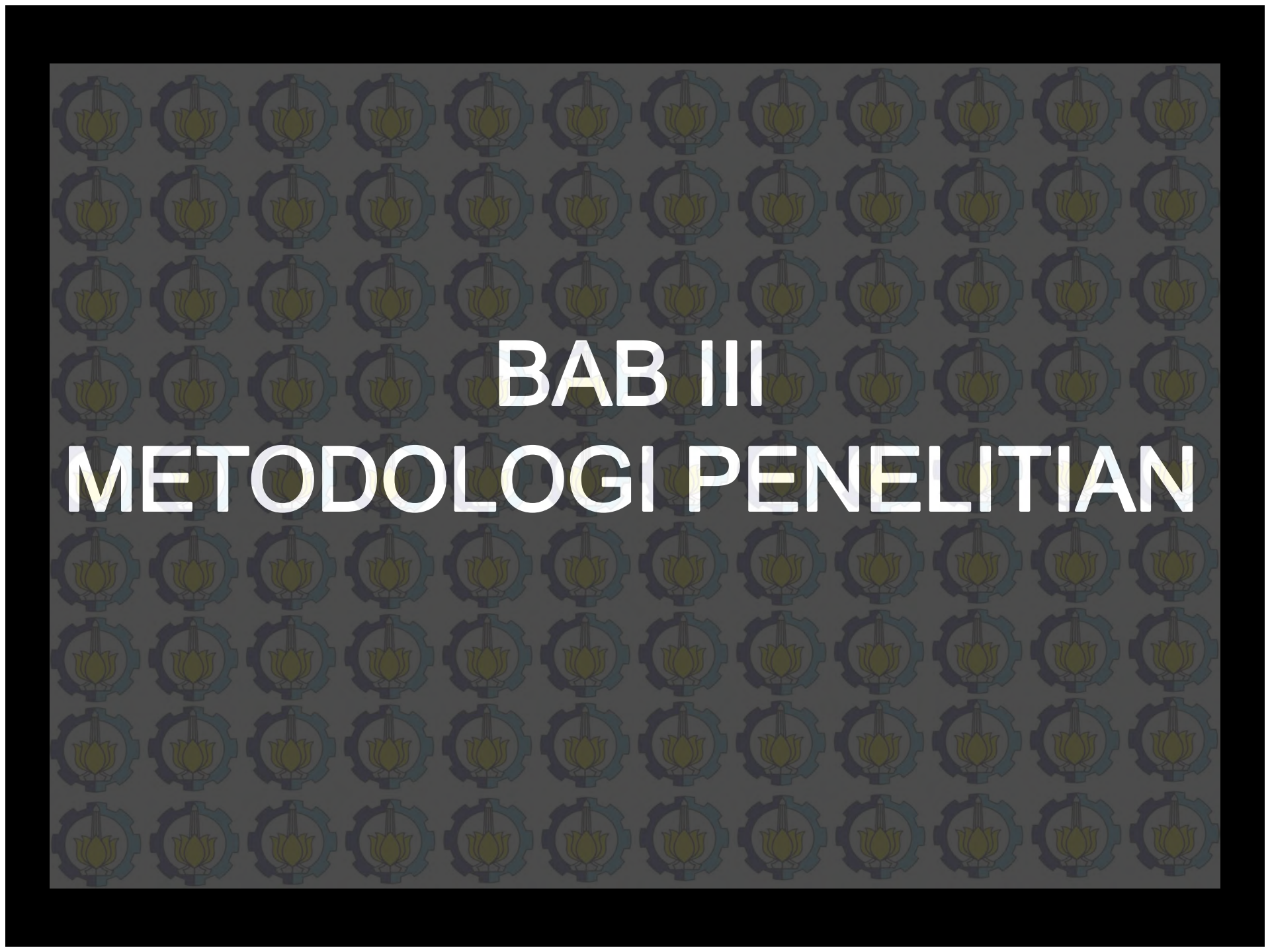
Pengertian *Hotspot* atau Kantong-Kantong :

- Patil dan Taillie (2003)** : lokasi atau wilayah terjadinya suatu kejadian yang tidak biasa atau kejadian luar biasa atau disebut juga wilayah kritis.
- Haran (2006)** : lokasi atau wilayah yang konsisten memiliki karakteristik berbeda dengan daerah sekelilingnya.



Wilayah yang berada dalam kantong tersebut memiliki resiko yang sama

Kantong tersebut memiliki resiko lebih tinggi terkena kasus pneumonia balita daripada di luar kantong



# BAB III

# METODOLOGI PENELITIAN





# METODOLOGI PENELITIAN



## Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinkes Surabaya dan BPS Surabaya Tahun 2013. Unit analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah kecamatan di Kota Surabaya yang berjumlah 31.

No.	Kode Kecamatan	Kecamatan	No.	Kode Kecamatan	Kecamatan
1	010	Karang Pilang	17	160	Sukomanunggal
2	020	Jambangan	18	170	Sawahan
3	030	Gayungan	19	180	Tegal Sari
4	040	Wonocolo	20	190	Genteng
5	050	Tenggilis Mejoyo	21	200	Tambak Sari
6	060	Gunung Anyar	22	210	Kenjeran
7	070	Rungkut	23	211	Bulak
8	080	Sukolilo	24	220	Simokerto
9	090	Mulyorejo	25	230	Semampir
10	100	Gubeng	26	240	Pabean Cantikan
11	110	Wonokromo	27	250	Bubutan
12	120	Dukuh Pakis	28	260	Krembangan
13	130	Wiyung	29	270	Asem Rowo
14	140	Lakarsantri	30	280	Benowo
15	141	Sambikerep	31	281	Pakal
16	150	Tandes			





# METODOLOGI PENELITIAN



## Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Tipe Variabel
Y	Jumlah kasus Pneumonia Balita	Diskrit
X <sub>1</sub>	Persentase balita gizi buruk	Kontinyu
X <sub>2</sub>	Persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali	Kontinyu
X <sub>3</sub>	Persentase cakupan pelayanan anak balita	Kontinyu
X <sub>4</sub>	Kepadatan penduduk	Kontinyu
X <sub>5</sub>	Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS)	Kontinyu
X <sub>6</sub>	Persentase rumah sehat	Kontinyu
X <sub>7</sub>	Persentase rumah tangga miskin	Kontinyu





# METODOLOGI PENELITIAN



## Definisi Operasional (1)

- a. **Jumlah kasus Pneumonia Balita (Y)**  
Jumlah kasus penemuan pneumonia balita di kecamatan Kota Surabaya.
- b. **Persentase balita gizi buruk ( $X_1$ )**  
Hasil bagi antara jumlah balita gizi buruk yang ditemukan di kecamatan Kota Surabaya dalam kurun waktu tertentu dengan jumlah seluruh balita dalam periode waktu yang sama dikalikan 100% (Pusdatin Kemenkes RI ,2011).
- c. **Persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali ( $X_2$ )**  
Hasil bagi antara jumlah balita yang mendapatkan suplementasi A dua kali pada waktu tertentu dengan jumlah balita dalam kurun waktu yang sama di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100% (Pusdatin Kemenkes RI ,2011).
- d. **Persentase cakupan pelayanan balita ( $X_3$ )**  
Hasil bagi antara jumlah balita yang memperoleh pelayanan pemantauan pertumbuhan minimal 8 kali setahun pada waktu tertentu dengan jumlah seluruh balita dalam kurun waktu yang sama di Kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100% (Pusdatin Kemenkes RI ,2011).





# METODOLOGI PENELITIAN



## Definisi Operasional (2)

e. **Kepadatan penduduk ( $X_4$ )**

Hasil bagi dari jumlah penduduk terhadap luas wilayah dalam satuan (orang/km<sup>2</sup>) (Pusdatin Kemenkes RI ,2011).

f. **Persentase ber-PHBS ( $X_5$ )**

Hasil bagi antara jumlah rumah tangga yang berperilaku melaksanakan 10 indikator PHBS dengan jumlah rumah tangga yang diperiksa dikalikan dengan 100% (Pusdatin Kemenkes RI ,2011).

g. **Persentase rumah sehat ( $X_6$ )**

Hasil bagi antara rumah kategori sehat pada kurun waktu tertentu dengan jumlah rumah yang diperiksa pada kurun waktu yang sama di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100% (Pusdatin Kemenkes RI ,2011).

i. **Persentase rumah tangga miskin ( $X_7$ )**

Hasil bagi antara jumlah rumah tangga miskin terhadap jumlah rumah tangga seluruhnya di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100% (BPS, 2013).





# METODOLOGI PENELITIAN



## Struktur Data

Kecamatan	$u^*)$	$v^*)$	Variabel				
			$Y$	$X_1$	$X_2$	...	$X_7$
1	$u_1$	$v_1$	$Y_1$	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	...	$X_{1,7}$
2	$u_2$	$v_1$	$Y_2$	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	...	$X_{2,7}$
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
31	$u_{31}$	$v_{31}$	$Y_{31}$	$X_{31,1}$	$X_{31,2}$	...	$X_{31,7}$

$^*) u_i$  : Lintang (*longitude*) kecamatan ke-i

$^*) v_i$  : Bujur (*latitude*) kecamatan ke-i



# METODOLOGI PENELITIAN



## Langkah Analisis (1)

**a** Langkah-langkah mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya adalah sebagai berikut :

1. Mengambil data terkait penyakit pneumonia balita sebagai variabel respon dan 7 variabel prediktor serta data spasial yang berupa titik koordinat masing-masing kecamatan di Kota Surabaya.
2. Mendeskripsikan variabel respon dan variabel prediktor, meliputi rata-rata, varians, nilai minimum, nilai maksimum dan peta tematik.
3. Pemeriksaan multikolinearitas antar variabel prediktor dan koefisien korelasi antar variabel prediktor.
4. Menganalisis model regresi poisson.
5. Menganalisis model GPR.
6. Menguji aspek data spasial.
7. Memodelkan GWPR kasus pneumonia balita di Kota Surabaya Tahun 2013 dan memetakan kecamatan berdasarkan kesamaan variabel yang signifikan.
8. Membandingkan nilai AIC dari regresi poisson, GPR dan GWPR.





# METODOLOGI PENELITIAN



## Langkah Analisis (2)

**b** Langkah-langkah untuk mendeteksi kantong-kantong kasus pneumonia balita dengan pendekatan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* sebagai berikut :

1. Membuat prediksi jumlah kasus pneumonia balita per kecamatan ( $\hat{y}_i$ ) berdasarkan model terpilih (memiliki nilai AIC terkecil).
2. Mengidentifikasi kandidat *cluster/hotspot* dengan algoritma yang ada di metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.
3. Menghitung jumlah populasi dari jumlah kasus untuk setiap *cluster*.
4. Menghitung *log likelihood function* dari setiap *cluster* kemudian menguji signifikansi *cluster* dengan simulasi *Monte Carlo* untuk mendapatkan *p-value*.
5. Menghitung resiko relatif untuk setiap *cluster*.
6. Membuat peta kantong kasus pneumonia balita berdasarkan *cluster* yang signifikan pada  $\alpha$  sebesar 0,10.
7. Ulangi proses yang sama dari langkah 1 sampai 6 untuk model GWPR.
8. Menginterpretasikan kedua hasil dengan membuat deskripsi kantong kasus pneumonia balita sehingga diperoleh prioritas lokasi



# BAB IV

# ANALISIS DAN PEMBAHASAN



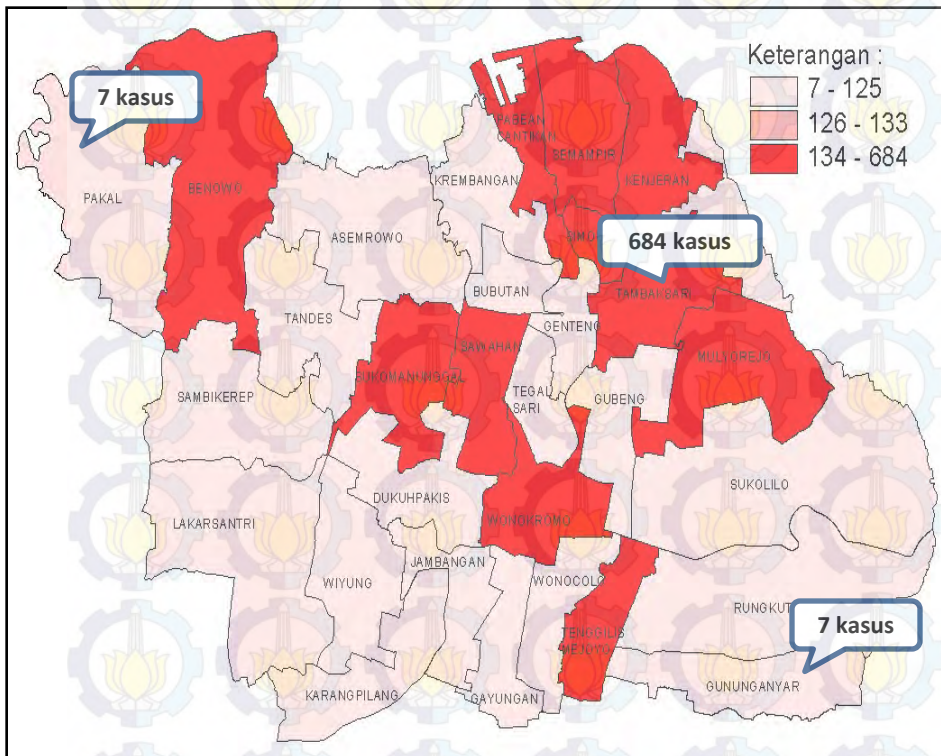


# HASIL DAN PEMBAHASAN



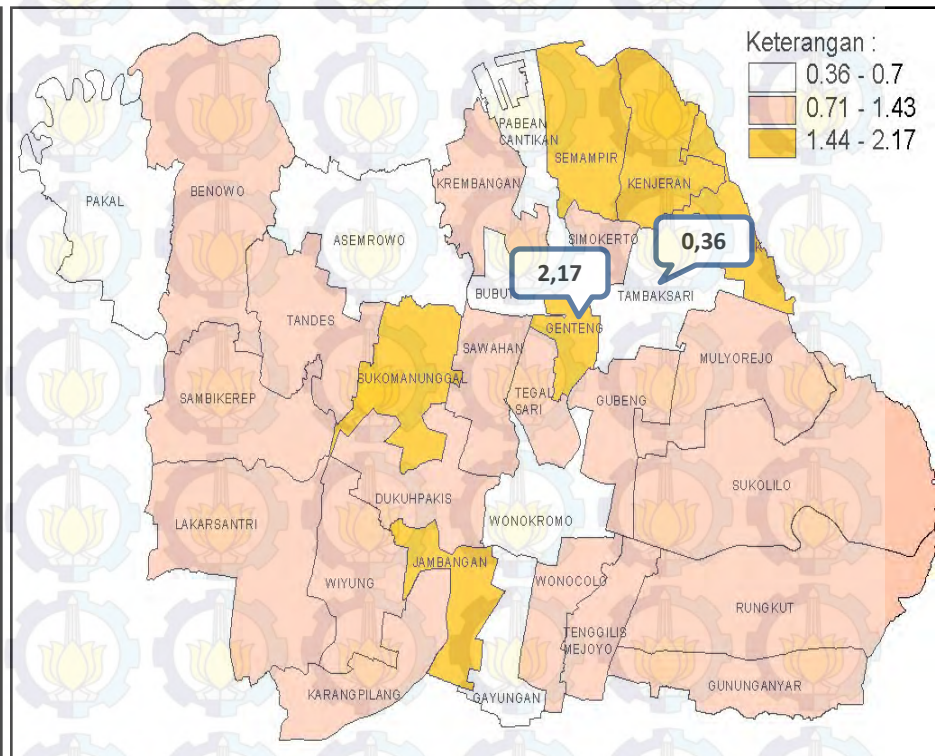
## Statistika Deskriptif (1)

### Jumlah Kasus Pneumonia Balita (Y)



Rata-rata : 128,7  
Varians : 27362

### Persentase Balita Gizi Buruk ( $X_1$ )



Rata-rata : 1,0629  
Varians : 0,2342





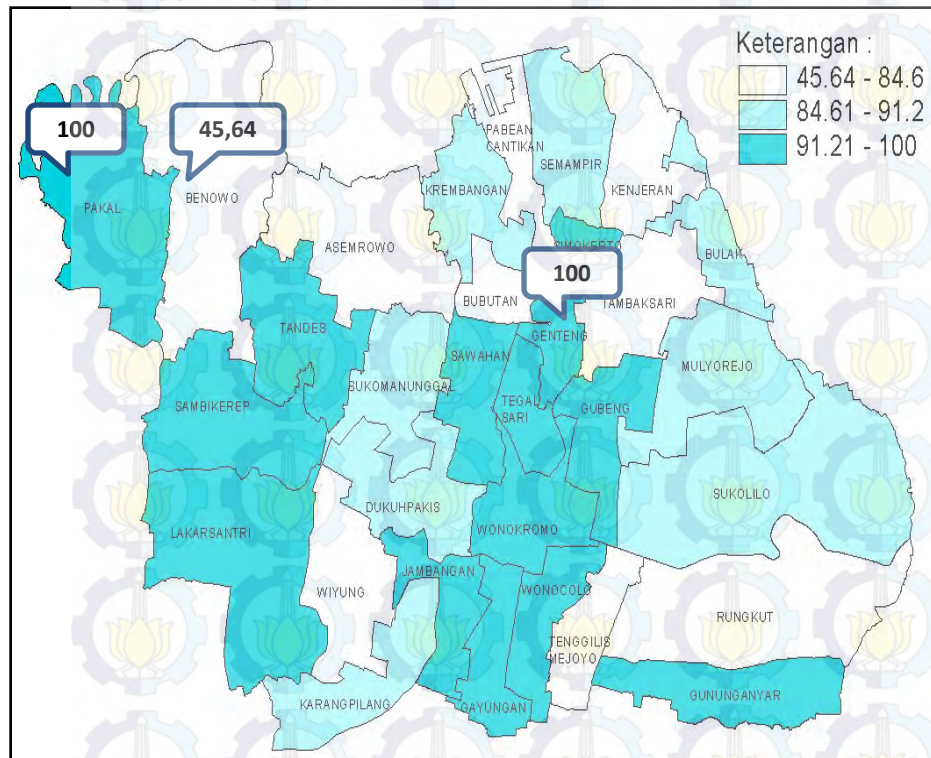
# HASIL DAN PEMBAHASAN



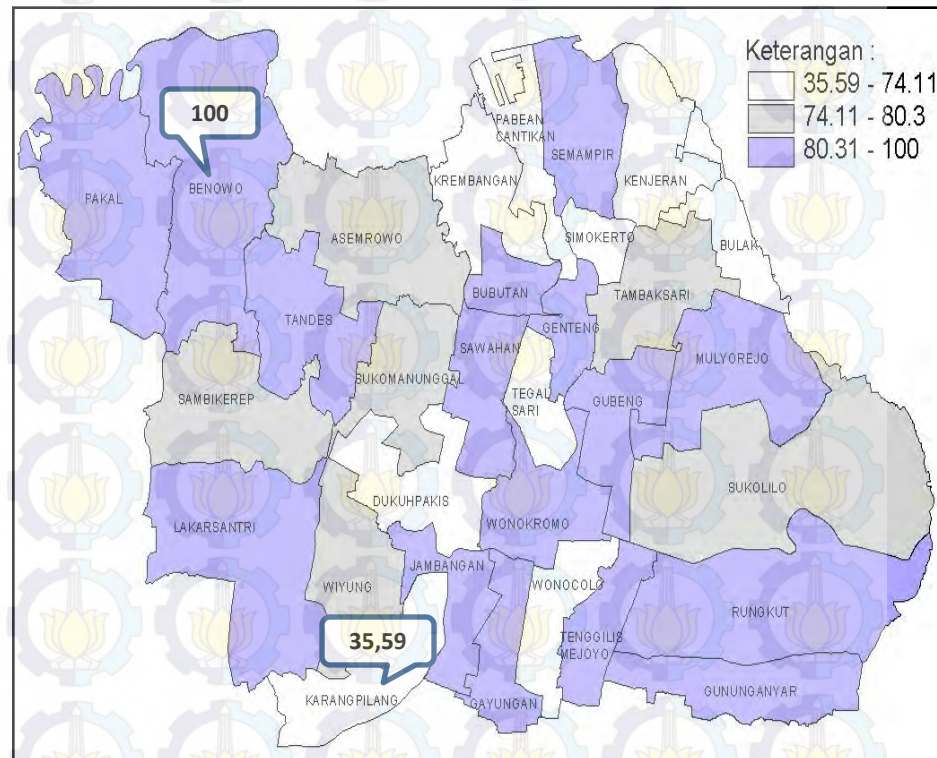
## Statistika Deskriptif (2)

Persentase Balita yang Mendapatkan Suplementasi Vitamin A 2x ( $X_2$ )

Persentase Cakupan Pelayanan Balita ( $X_3$ )



Rata-rata : 87,90  
Varians : 118,6



Rata-rata : 77,2  
Varians : 223,82



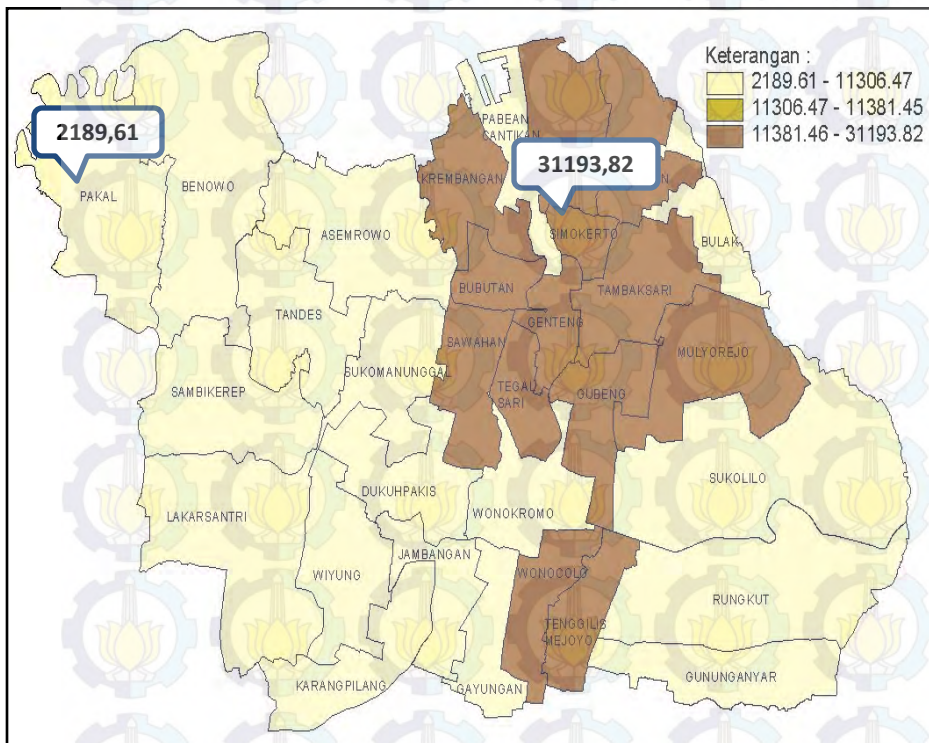


# HASIL DAN PEMBAHASAN



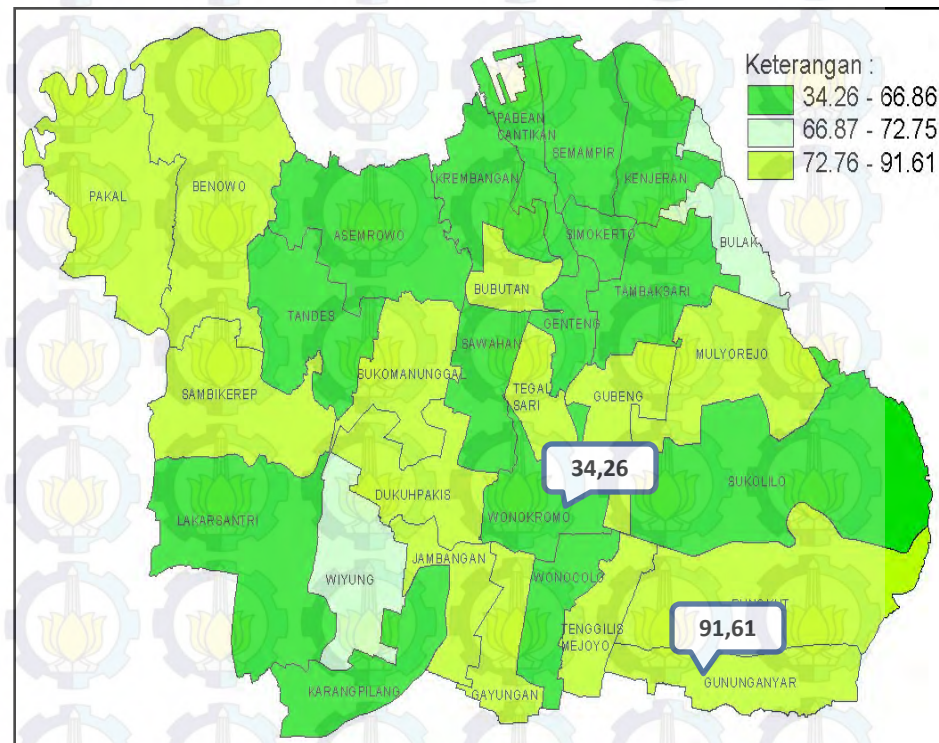
## Statistika Deskriptif (3)

### Kepadatan Penduduk ( $X_4$ )



Rata-rata : 11344  
Varians : 51377464

### Persentase PHBS ( $X_5$ )



Rata-rata : 69,81  
Varians : 220,33



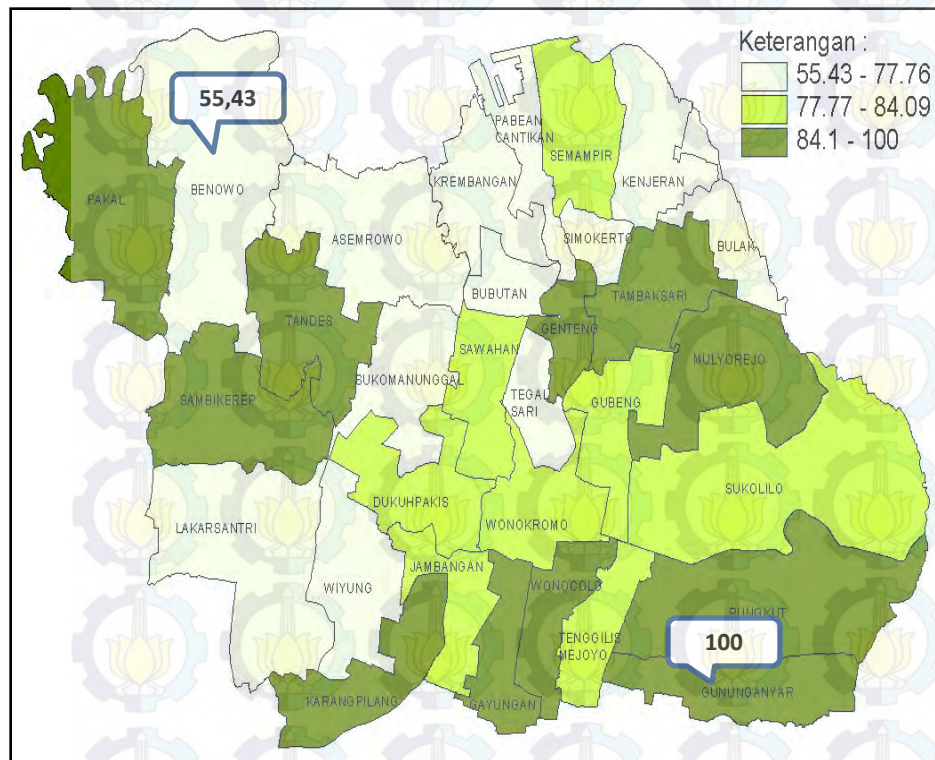


# HASIL DAN PEMBAHASAN



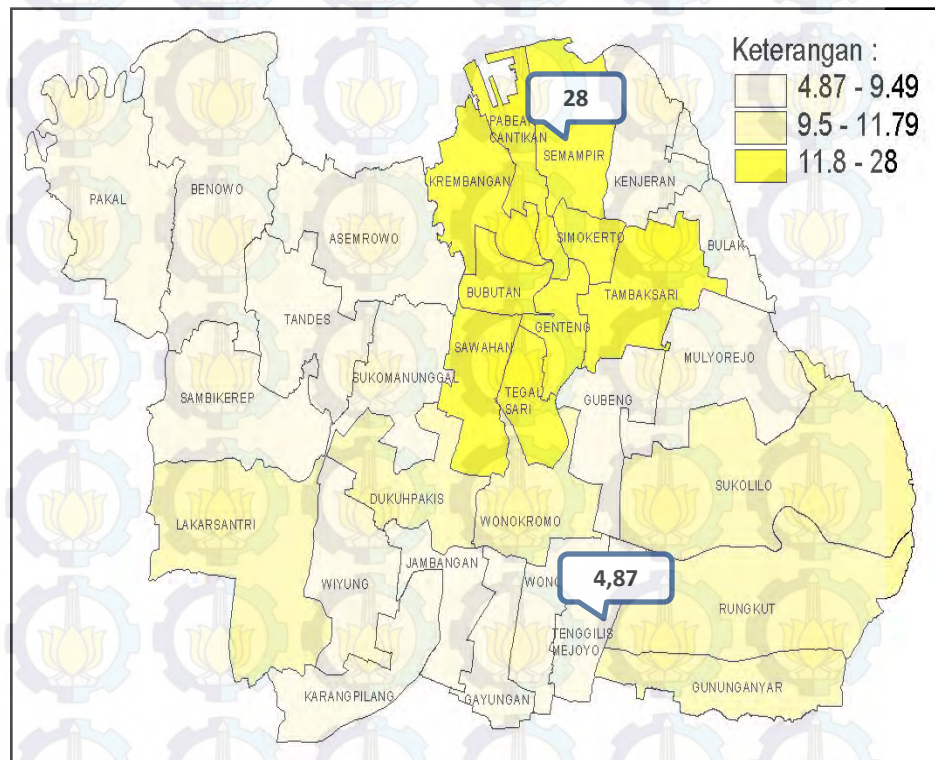
## Statistika Deskriptif (4)

### Persentase Rumah Sehat ( $X_6$ )



Rata-rata : 80,93  
Varians : 90,74

### Persentase Rumah Tangga Miskin ( $X_7$ )



Rata-rata : 10,644  
Varians : 30,033





# HASIL DAN PEMBAHASAN



## Pemeriksaan Multikolinearitas

Koefisien  
Korelasi



	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$
$X_2$	-0,038					
$X_3$	-0,028	-0,081				
$X_4$	0,134	0,146	-0,121			
$X_5$	-0,002	-0,040	0,292	-0,045		
$X_6$	-0,169	0,607	0,086	-0,071	0,13	
$X_7$	0,165	0,046	-0,185	0,501	-0,298	-0,217

VIF



Variabel	VIF	Variabel	VIF
$X_1$	1,059	$X_5$	1,211
$X_2$	1,755	$X_6$	1,837
$X_3$	1,125	$X_7$	1,565
$X_4$	1,402		

Tidak terdapat nilai **VIF** < 10, hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi yang tinggi antar variabel prediktor (**tidak terdapat multikolinearitas**).



# HASIL DAN PEMBAHASAN



## Regresi Poisson (1)

### a) Pengujian signifikansi parameter secara serentak :

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_7 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j = 1, 2, \dots, 7$$

Statistik Uji :  $D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = 2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right)$

Daerah kritis : Tolak  $H_0$  jika nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; k)}$

Keputusan : Tolak  $H_0$  karena  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(0,10;7)} (1714,4 > 12,017)$

Kesimpulan :

Minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model





# HASIL DAN PEMBAHASAN



## Regresi Poisson (2)

b ) Pengujian signifikansi parameter secara parsial :

$$|Z_{hitung}| > Z_{(0,05)}$$

Parameter	Estimasi	Standart Error	$Z_{hitung}$	P-value
$\beta_0$	8,137	0,2112	38,527	$<2 \times 10^{16}^*)$
$\beta_1$	0,4003	0,03177	12,6	$<2 \times 10^{16}^*)$
$\beta_2$	- 0,06456	0,002076	- 31,099	$<2 \times 10^{16}^*)$
$\beta_3$	0,0117	0,001249	9,367	$<2 \times 10^{16}^*)$
$\beta_4$	0,0001183	0,000000274	43,117	$<2 \times 10^{16}^*)$
$\beta_5$	- 0,03493	0,001472	-23,727	$<2 \times 10^{16}^*)$
$\beta_6$	0,02646	0,002619	10,103	$<2 \times 10^{16}^*)$
$\beta_7$	- 0,03883	0,003314	-11,717	$<2 \times 10^{16}^*)$

\*)Signifikan pada  $\alpha = 0,1$

$$\hat{\mu} = \exp(8,137 + 0,4003 X_1 - 0,06456 X_2 + 0,0117 X_3 + 0,000183 X_4 - 0,03493 X_5 + 0,02646 X_6 - 0,03883 X_7)$$



# HASIL DAN PEMBAHASAN



## *Generalized Poisson Regression (GPR) (1)*

### a ) Pengujian signifikansi parameter secara serentak :

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_7 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j = 1, 2, \dots, 7$$

Statistik Uji :  $D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = 2 \ln \left( \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right)$

Daerah kritis : Tolak  $H_0$  jika nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; k)}$

Keputusan : Tolak  $H_0$  karena  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(0,10;7)} \quad (344,1 > 12,017)$

Kesimpulan :

Minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model





## HASIL DAN PEMBAHASAN



### *Generalized Poisson Regression (GPR) (2)*

b ) Pengujian signifikansi parameter secara parsial :

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z <sub>hitung</sub>	P-value
$\beta_0$	3,8014	6,6045	0,58	0,5691
$\beta_1$	0,7159	1,2444	0,58	0,5692
$\beta_2$	- 0,06852	0,03479	-1,97	0,0579 <sup>*)</sup>
$\beta_3$	0,01776	0,01676	1,06	0,2975
$\beta_4$	0,000074	0,000041	1,82	0,0780 <sup>*)</sup>
$\beta_5$	- 0,01919	0,01413	-1,36	0,1844
$\beta_6$	0,05658	0,06699	0,84	0,4048
$\beta_7$	0,05648	0,1094	0,52	0,6092
$\theta$	0,09421	0,01533	6,15	<0,0001

<sup>\*)</sup>Signifikan pada  $\alpha = 0,1$

$$\hat{\mu} = \exp(3,8014 + 0,7159 X_1 - 0,06852 X_2 + 0,01776 X_3 + 0,000074 X_4 - 0,01919 X_5 + 0,0558 X_6 + 0,05648 X_7)$$





# HASIL DAN PEMBAHASAN



## Pengujian Aspek Data Spasial

### Dependensi Spasial “ Uji Morans’I ”

#### Hipotesis :

$H_0 : I = 0$  (Tidak terdapat dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$  (Terdapat dependensi spasial)

**Taraf signifikan :**  $\alpha = 0,1$

**Hasil :**  $P\text{-value} = 0,000$

berarti  $p\text{-value} < \alpha$  sehingga didapatkan kesimpulan bahwa tolak  $H_0$  artinya **terdapat dependensi spasial antar wilayah.**

### Heterogenitas Spasial “Uji Breusch-Pagan”

#### Hipotesis :

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{31}^2 = \sigma^2$   
(Varians antar lokasi sama)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$   
(Varians antar lokasi berbeda)

**Taraf signifikan :**  $\alpha = 0,1$

**Hasil :** BP test : 15,191

$P\text{-value} = 0,0336$

berarti  $BP > \chi_{(0,1;7)}^2$  ( $15,191 > 12,027$ )

dan  $p\text{-value} < \alpha$  sehingga didapatkan kesimpulan bahwa tolak  $H_0$  artinya **terdapat keragaman spasial antar wilayah.**





# HASIL DAN PEMBAHASAN



## *Geographycally Weighted Poisson Regression (GWPR) (1)*

### a ) Pengujian Kesamaan antara Regresi Poisson dengan GWPR:

Model	Devians	DF	Devians/df	$F_{hitung}$	$F_{hitung} < F_{(0,1;23;23)}$
Global	1711,4	23	74,409	1,52	
GWPR	248,576	5,086	48,878		

Tidak terdapat perbedaan antara model regresi poisson dengan model GWPR

### b ) Pengujian signifikansi parameter secara serentak :

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) = \beta_2(u_1, v_1) = \dots = \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; j=1,2,\dots,7; i=1,2,\dots,31$$

Hasil analisis diperoleh nilai  $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(0,10;7)}$  ( $248,576 > 12,017$ )

Minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model



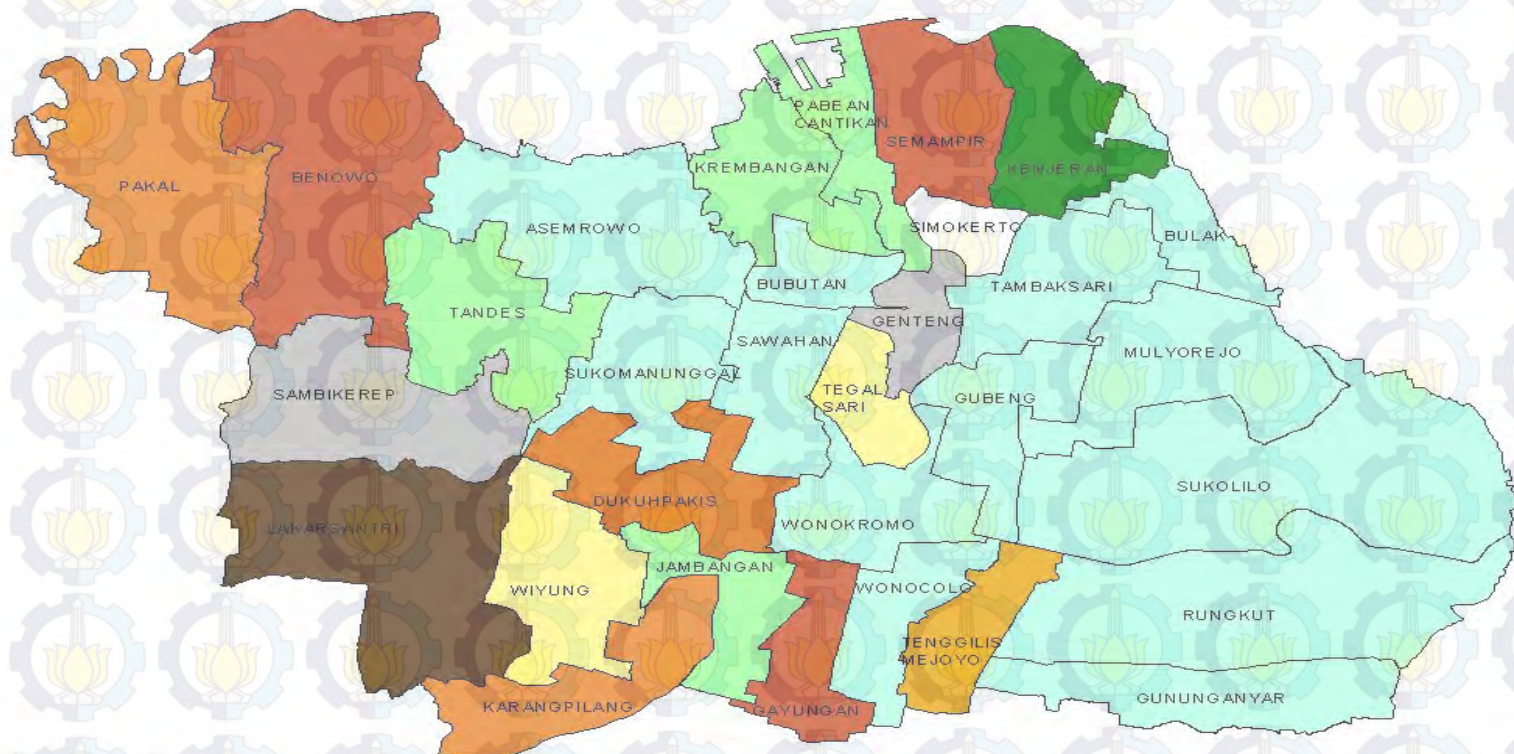


# HASIL DAN PEMBAHASAN



## *Geographycally Weighted Poisson Regression (GWPR)*

### Pemetaan Kecamatan Berdasarkan Kesamaan Variabel yang Signifikan



Keterangan :

X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7  
X2, X3, X4, X5, X6, X7  
X1, X3, X4, X5, X6, X7  
X1, X2, X4, X5, X6, X7

X1, X2, X3, X5, X6, X7  
X1, X2, X3, X4, X6, X7  
X1, X2, X3, X4, X5, X7  
X1, X2, X3, X4, X5, X6

X2, X3, X4, X5, X7  
X2, X3, X4, X5, X6  
X2, X3, X5, X6





# HASIL DAN PEMBAHASAN



## Geographycally Weighted Poisson Regression (GWPR) (2)

### c ) Pengujian signifikansi parameter secara parsial :

contoh : Kecamatan Simokerto

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z <sub>hitung</sub>
$\beta_0$	7,610959	0,776669	9,799491*)
$\beta_1$	0,044173	0,036152	1,221897
$\beta_2$	- 0,09188	0,004905	- 18,733100*)
$\beta_3$	- 0,04432	0,005078	- 8,727860*)
$\beta_4$	0,000011	0,000009	1,345243
$\beta_5$	- 0,02503	0,003885	- 6,442390*)
$\beta_6$	0,129105	0,010271	12,569930*)
$\beta_7$	0,0032	0,004416	0,724609

\*)Signifikan pada  $\alpha = 0,1$

$$\hat{\mu} = \exp(7,61059 + 0,44173X_1 - 0,09188X_2 - 0,04432X_3 + 0,00001X_4 - 0,02503X_5 + 0,129105X_6 + 0,032X_7)$$



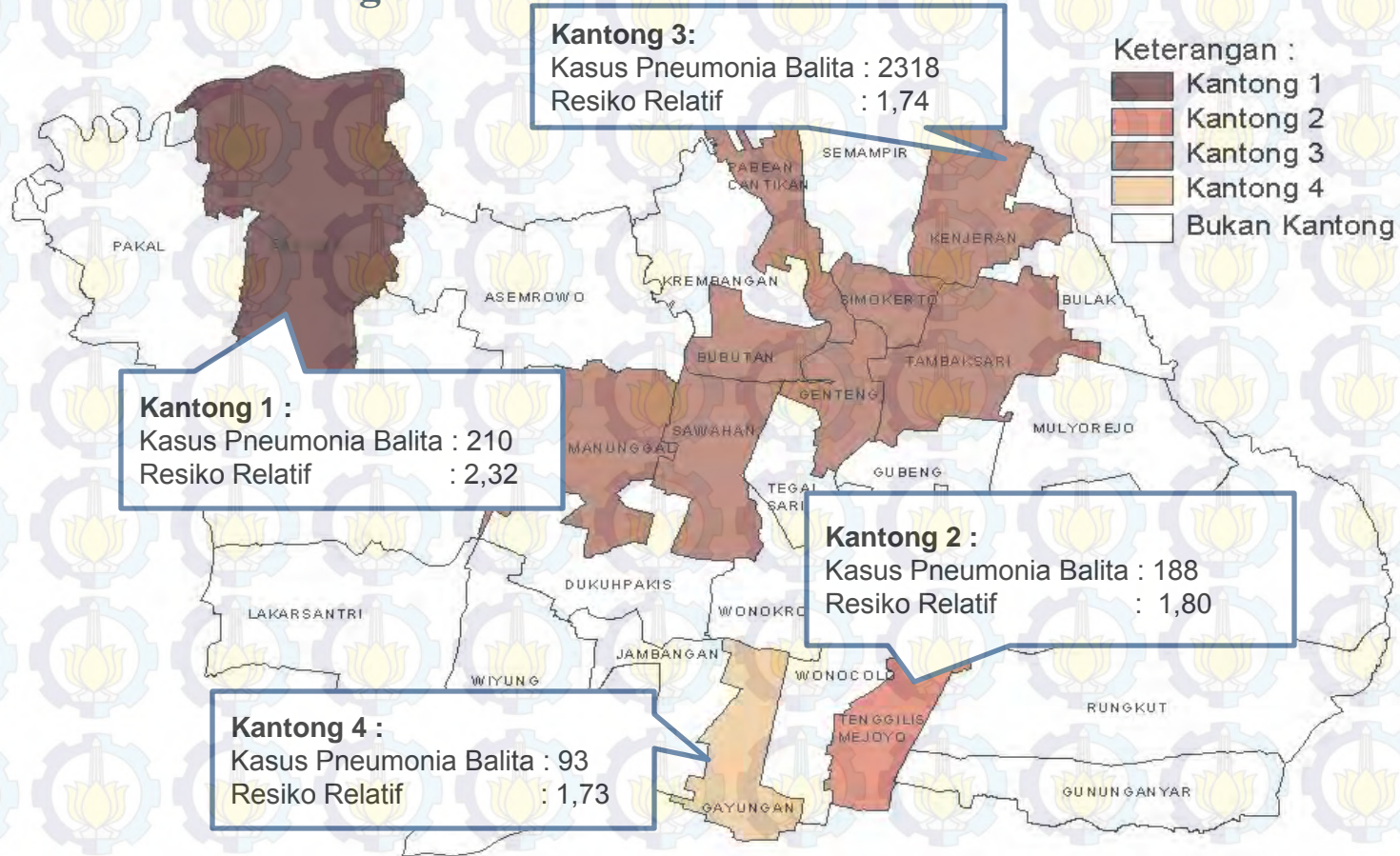


# HASIL DAN PEMBAHASAN



## *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*

### a) Pendeteksian Kantong Pneumonia Balita Berdasarkan Model GPR







# BAB V

## KESIMPULAN DAN SARAN



## KESIMPULAN



1

Hasil pemodelan GWPR diperoleh bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di tiap kecamatan berbeda-beda, berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan didapatkan pengelompokkan sebanyak 11 kelompok.

2

Hasil deteksi *hotspot* atau kantong pneumonia balita menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* memberikan informasi bahwa terdapat empat kantong pneumonia balita yang menunjukkan bahwa kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko tinggi ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita. Dimana **kantong 1 terdiri atas Kecamatan Benowo yang memiliki nilai resiko 2,32 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 1. Kantong 2 terdiri atas Kecamatan Tenggilis Mejoyo yang memiliki nilai resiko 1,80 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 2. Sedangkan kantong 3 terdiri atas Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan yang memiliki nilai resiko 1,74 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 3 dan kantong 4 terdiri atas Kecamatan Gayungan yang memiliki resiko 1,73 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 4. Serta 20 kecamatan lainnya memiliki resiko kecil ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita.**





## SARAN



1

Untuk penelitian selanjutnya hasil pemodelan bisa dilanjutkan dengan metode *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR) karena terjadi kasus *over dispersion* dan terdapat aspek spasial pada data jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya.

2

Bagi Dinas Kesehatan Kota Surabaya sebaiknya memberikan arahan kepada masyarakat mengenai variabel yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita di masing-masing kecamatan sehingga dapat mengurangi jumlah kejadian kasus pneumonia balita di tiap-tiap kecamatan. Selain itu Dinas Kesehatan Kota Surabaya perlu memprioritaskan kecamatan yang berada dalam kantong-kantong kasus pneumonia balita dikarenakan kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko lebih besar ditemukannya kasus pneumonia balita dibandingkan kecamatan yang berada di luar kantong.





# DAFTAR PUSTAKA



- Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Assriyanti, N. (2011). *Perbandingan Analisis Regresi Poisson, Generalized Poisson Regression dan Geographically Weighted Poisson Regression (Studi Kasus: Pemodelan Jumlah Kasus Aids Di Jawa Timur Tahun 2008)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Aulele, S. N. (2010). *Model Geographically Weighted Poisson Regression (Studi Kasus : Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah Tahun 2007)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Barus, B. dan Wiradisastra U.S. (2000). *Sistem Informasi Geografi; Sarana Manajemen Sumberdaya*. Bogor: Laboratorium Pengindraan Jauh dan Kartografi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa timur.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2014). *Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2013*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Departemen Kesehatan RI. (2002). Pedoman Program Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut Untuk Penanggulangan Pneumonia Pada Balita. In A. Azwar, & D. P. PLP (Ed.), *Pengantar Kesehatan Lingkungan* (pp. 4-20). Jakarta: Penerbit Mutiara.
- Departemen Kesehatan RI. (2006). Pedoman Pengendalian Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut. Jakarta : Depkes RI
- Famoye, F., Wulu, J. T., & Singh, K. P. (2004). On The Generalizes Poisson Regression Model with an Application to Accident Data. *Journal of Data Science 2* , 287-295.
- Fotheringham, A.S., Brundson, C., dan Charlton, M. (2002). *Geographically Weigted Regression*. The Analysis Of Spatially Varying Relathionship. England : John Wiley & Sons Ltd.
- Haran. M., Molineros J., & Patil, G.P. (2006). *Large Scale Plant Disease Forecasting. Technical Report Number 2006-0530. Presented at the 7<sup>th</sup> Annual International Conference on Digital Government Research*.
- Hasibuan, L.S. (2008). *Pola Spasial Kemiskinan di Indramayu*, Tesis Jurusan Statistika IPB. Bogor : IPB.
- Hockenberry, M.J., & Wilson, D. (2009) *Wong's essentials of pediatric nursing (8<sup>th</sup> edition)*. St. Louis Missouri : Elsevier Mosby.
- Hocking, R. (1996). *Methods and Applications of Linear Models*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Kementerian Kesehatan RI. (2014). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2013*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.





# DAFTAR PUSTAKA



- Kuldorff, M. (1997). *A Spatial Scan Statistic. Communication In Statistics Theory And Method*, 26(6),1481-1496.
- Kusumawati, N. Y. (2013). *Pengelompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pneumonia Pada Balita*. Surabaya: ITS.
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models Second Edition*. London: Chapman & Hall.
- Myers, R. (1990). *Classical and Modern Regression With Applications, second edition*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.
- Nakaya T., Fotheringham A.S. dan Brudson C. (2005). *Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping. Statistics in Medicine* 2005 , 24:2695-2717.
- Patil, G.P. & Taillie C. (2003). Upper Level Set Scan Statistic For Detecting Arbitarily Shaped Hotspots. *Enviromental and Ecological Statistics, Volume : 11 : 183-197*.
- Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI. (2006). *Glosarium Data dan Informasi Kesehatan*. Jakarta : Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI.
- Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI. (2011). *Petunjuk Teknis Penyusunan Profil Kesehatan Kabupaten/Kota*. Jakarta : Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI.
- Qomariyah, N. (2014). *Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur dengan Pendekatan GWPR (Geographically Weighted Poisson Regression) Ditinjau Dari Segi Fasilitas Kesehatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbell H. (2008). *Epidemiology and etiology of childhood pneumonia. Bull World Health Organ* 2008, 86 (5): 408-416.
- Santoso, F. P. (2012). *Faktor-Faktor Eksternal Pneumonia Pada Balita di Jawa Timur Dengan Pendekatan Geographycally Weighted Regression (GWR)*. Surabaya: ITS.
- Tango, T. dan Takahashi, K. (2005) *A Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic For Detecting Clusters*. *International Journal of Health Geographics*, Volume: 4 :11.
- Yuwono, T. A. (2008). *Faktor-Faktor Lingkungan Fisik Rumah yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia Pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Kawunganten Kabupaten Cilacap*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wang, W. dan Famoye, F. (1997). *Modelling Household Fertility Decisions With Generalized Poisson Regression*. *Journal of Population Economics*, Volume 10 : 273-283.
- WHO. (2010). *Pneumonia*. <http://www.who.int/mediacentre> [diakses pada 19 Maret 2015].





Terima Kasih